

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Kelton Silva Wanderley

**APLICAÇÃO ANDROID COM RECURSO DE
GEOPOSICIONAMENTO PARA
LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE INTERESSE
NO INTERIOR DO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia, Brasil

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Kelton Silva Wanderley

**APLICAÇÃO ANDROID COM RECURSO DE
GEOPOSICIONAMENTO PARA LOCALIZAÇÃO DE
PONTOS DE INTERESSE NO INTERIOR DO CAMPUS
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Computação da Universidade
Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como
requisito exigido parcial à obtenção do grau
de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Daniel Duarte Abdala

Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Faculdade de Ciência da Computação

Bacharelado em Sistemas de Informação

Uberlândia, Brasil

2017

Kelton Silva Wanderley

APLICAÇÃO ANDROID COM RECURSO DE GEOPOSICIONAMENTO PARA LOCALIZAÇÃO DE PONTOS DE INTERESSE NO INTERIOR DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Computação da Universidade
Federal de Uberlândia, Minas Gerais, como
requisito exigido parcial à obtenção do grau
de Bacharel em Sistemas de Informação.

Trabalho aprovado. Uberlândia, Brasil, 26 de julho de 2017:

Daniel Duarte Abdala
Orientador

André Ricardo Backes

Marcelo Zanchetta do Nascimento

Uberlândia, Brasil
2017

Dedico esse trabalho à minha família, especialmente a meus pais que são exemplos de vida e me incentivaram e apoiaram minhas decisões. Dedico também à minha irmã Karina, a qual é um exemplo de superação e à todos os meus colegas da universidade e do trabalho, os quais contribuíram diretamente e indiretamente para meu desenvolvimento no ambiente acadêmico e profissional.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus, pela minha vida meu maior presente, pelas bênçãos, proteção e oportunidades de aprendizado concedidas.

Aos meus pais, irmãs e colegas de faculdade pelo amparo, apoio e incentivo no período acadêmico. Aos meus colegas de trabalho nas empresas em que trabalhei.

À meu professor Daniel Duarte Abdala, que proporcionou total suporte quando decidi desenvolver um trabalho que deixasse um legado e que contribuísse com a comunidade acadêmica. Ele não somente contribuiu como orientador nesse trabalho, como também compartilhou vários pensamentos críticos sobre a visão da área de tecnologia e Ciências da Computação.

“A vida está cheia de desafios que, se aproveitados de forma criativa, transformam-se em oportunidades.” (Marxwell Maltz)

Resumo

A algumas décadas atrás, a locomoção pelas cidades era uma tarefa complexa, principalmente quando o indivíduo assumia um papel de visitante de um local que ele não conhecia. Os principais métodos que eram utilizados eram consultas à mapas impressos e à pessoas que conheciam a região para saber informações e chegar ao destino desejado. Esses métodos eram considerados inconsistentes e apresentavam falhas, ocasionando atrasos e gerando custos desnecessários, quando pensamos em larga escala, como empresas de transporte.

O GPS(*Global Positioning System*) foi criado com finalidades militares, mas em resultado de uma parceria com o governo, em 25 de Maio de 1989 foi liberado o primeiro dispositivo GPS portátil para consumidores. Desde então, a tecnologia tem se desenvolvido e sua utilização se estendido para outras finalidades, inclusive em pesquisas para mapeamento de interiores.

Esse trabalho tem como objetivo a implementação de um embrião de aplicativo de geolocalização no interior da Universidade Federal de Uberlândia. Em pesquisa realizada, notou-se uma necessidade de uma ferramenta que conduzisse os frequentadores do local de forma mais efetiva. Nenhuma solução relacionada até o momento foi implementada. O aplicativo proposto retorna dados de localização de pontos de interesse da Universidade e guia o usuário até o destino desejado, visando uma extensão futura da utilização para outros locais da Universidade. Para fins de testes e prototipação, foi utilizado como exemplo os blocos da unidade Santa Mônica 3C (Biblioteca) e 5S.

Algumas APIs e serviços disponíveis foram encontrados e testados e seu funcionamento entendido para desenvolver a pesquisa desse trabalho. As vantagens e desvantagens de cada uma foi considerada com base na melhor solução para o caso em questão. O resultado foi um aplicativo construído de acordo com os recursos disponíveis, de fácil utilização e que auxilia o usuário a encontrar os blocos desejados dentro do campus da referida Universidade.

Palavras-chave: GPS, Global Positioning System, GPS Indoor, Guia Virtual UFU, IPS, Indoor Positioning System

Lista de ilustrações

Figura 1 – Arquitetura Geral do Funcionamento do Aplicativo.	14
Figura 2 – Reflexão de sinais de satélite GPS (SEEBER, 2003).	17
Figura 3 – Quota de mercado de sistemas operacionais de smartphones (IDC, 2016).	20
Figura 4 – A pilha de software do Android (ANDROID, 2017b).	22
Figura 5 – Google Indoor Maps (GOOGLE, 2017).	25
Figura 6 – Processo de levantamento e análise de requisitos (SOMMERVILLE et al., 2008)	29
Figura 7 – Caso de uso principal do aplicativo	39
Figura 8 – Visualizar localização atual	40
Figura 9 – Pesquisar Destino	41
Figura 10 – Visualizar trajeto	42
Figura 11 – Visualizar manual do usuário	42
Figura 12 – Realizar perguntas à equipe de suporte	43
Figura 13 – Avaliar aplicativo	44
Figura 14 – Caso de uso: manter manual do usuário	45
Figura 15 – Caso de uso: manter plantas baixas	46
Figura 16 – Caso de uso: responder perguntas de usuários	47
Figura 17 – Caso de uso: validar avaliações de usuários	48
Figura 18 – Abertura Inicial	49
Figura 19 – Tela Principal	49
Figura 20 – Menu	50
Figura 21 – Ajuda	50
Figura 22 – Tela Como Utilizar	51
Figura 23 – Tela Perguntas Frequentes	51
Figura 24 – Resposta da Pergunta	52
Figura 25 – Chegada ao destino final	52
Figura 26 – Fazer uma pergunta	53
Figura 27 – Confirmação de envio	53
Figura 28 – Avaliação modelo estrela	54
Figura 29 – Opinião do usuário	54
Figura 30 – Confirmação de envio da avaliação	54
Figura 31 – Tabela: divisão das versões Android (ANDROID, 2017a)	55
Figura 32 – Gráfico: divisão das versões Android (ANDROID, 2017a)	56
Figura 33 – Trecho de código presente no arquivo AndroidManifest.xml	58
Figura 34 – Inserção da chave da API Google Maps no arquivo AndroidManifest.xml	58
Figura 35 – Adição de um novo marcador ao mapa	59

Figura 36 – Trecho de código XML da interface de mapa	59
Figura 37 – Menu principal do aplicativo	60
Figura 38 – Tela principal do aplicativo	61
Figura 39 – Tela sobre o Guia UFU	62
Figura 40 – Tela: perguntas frequêntes	63
Figura 41 – Tela: fazer uma pergunta	64
Figura 42 – Tela como utilizar o aplicativo	65
Figura 43 – Tela: avaliação do aplicativo	66
Figura 44 – Tela: enviar opiniao do aplicativo	67
Figura 45 – Tela: mensagem enviada com sucesso.	68
Figura 46 – Tela: alerta de chegada ao destino desejado	69

Lista de abreviaturas e siglas

GPS	Sistema de Posicionamento Global
IPS	Sistema de Posicionamento em Interiores
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
IMU	Unidade de Medição Inercial
PPS	Serviço de Posicionamento Preciso
SPS	Serviço de Posicionamento Padrão
MIT	Massachusetts Institute of Technology (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problema	12
1.2	Hipótese	13
1.3	Escopo do Trabalho	13
1.4	Objetivos	15
1.5	Organização do Trabalho	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Sistema de Posicionamento Global - GPS	16
2.1.1	Qualidade de Sinal GPS	17
2.2	Sistema de Posicionamento em Interiores	18
2.3	Plataforma Android	19
2.3.1	Arquitetura Android	20
2.4	Google Maps API	23
2.5	Conclusão do Capítulo	23
3	ESTRATÉGIA DE NEGÓCIOS PARA EMPRESAS	24
3.1	Google Indoor Maps	24
3.2	Apple	25
3.3	Instituto Fraunhofer	25
3.4	Estimote	26
3.5	Conclusão do Capítulo	27
3.6	Contribuição	27
4	DESENVOLVIMENTO	28
4.1	Visão Geral	28
4.2	Descrição dos Requisitos	28
4.2.1	Requisitos Funcionais	29
4.2.2	Requisitos Não Funcionais	36
4.3	Modelagem	38
4.3.1	Descrição dos Casos de Uso	38
4.3.1.1	Casos de Uso do Perfil Usuário	40
4.3.1.1.1	Visualizar a Localização Atual	40
4.3.1.1.2	Pesquisar Destino	40
4.3.1.1.3	Visualizar Trajeto	41
4.3.1.1.4	Visualizar o Manual do Usuário	42

4.3.1.1.5	Realizar Perguntas à Equipe de Suporte	43
4.3.1.1.6	Avaliar Aplicativo	43
4.3.1.2	Casos de Uso do Perfil Administrador	44
4.3.1.2.1	Manter Manual do Usuário	44
4.3.1.2.2	Manter Plantas Baixas	45
4.3.1.2.3	Responder Perguntas de Usuários	46
4.3.1.2.4	Validar Avaliações de Usuários	47
4.3.2	Desenho de Telas	48
4.3.2.1	Abertura Inicial	48
4.3.2.2	Tela Principal	49
4.3.2.3	Menu	49
4.3.2.4	Tela de Ajuda	50
4.3.2.4.1	Como Utilizar	50
4.3.2.4.2	Tela: Perguntas Frequentes	51
4.3.2.5	Chegada no Destino	52
4.3.2.6	Fazer Uma Pergunta	52
4.3.2.7	Avaliação do Aplicativo	53
4.4	Implementação	54
4.4.1	Aplicativo	55
4.4.1.1	Google Maps API	56
4.4.1.2	Activities	59
4.4.1.3	Interface Gráfica do Usuário	60
4.4.1.3.1	Menu Principal	60
4.4.1.3.2	Tela Principal do Aplicativo Guia UFU	60
4.4.1.3.3	Tela: Sobre o Guia UFU	61
4.4.1.3.4	Tela: Perguntas Frequentes	62
4.4.1.3.5	Tela: Como Utilizar o Guia UFU	64
4.4.1.3.6	Tela: Destino Final	65
4.4.1.3.7	Tela: Alerta de Destino Final	68
	Conclusão	70
4.5	Considerações Finais	70
4.6	Contribuições	70
4.7	Limitações	70
4.8	Trabalhos Futuros	71
	REFERÊNCIAS	72

1 Introdução

O acesso à informações de forma fácil rápida e efetiva, tem se tornado um pré requisito para utilização de soluções em diversos setores da sociedade. Consumidores estão mais exigentes no quesito usabilidade de soluções sobre o quão rápido ela pode lhe trazer as informações que ele necessita e se a informação é realmente relevante à ele, e quando isso ocorre, maiores são as chances de ele voltar a interagir novamente com o facilitador que atendeu sua necessidade.

Pensando nisso, pesquisas para melhoria da tecnologia de geolocalização têm ganhado uma grande atenção, pois ela proporciona rapidez com atendimento de forma objetiva à necessidades de usuários.

Melhorias de precisão e adição de novas funcionalidades, como Sistemas de Posicionamento em Interiores (*IPS - Indoor Positioning System*), têm sido alvo de pesquisas por universidades e corporações, os quais possuem grande interesse em análise do comportamento de usuários.

Diante desse ambiente, esse capítulo apresenta uma visão geral do problema enfrentado por usuários e frequentadores da Universidade Federal de Uberlândia e quais rumos as pesquisas sobre IPS têm tomado, com relação a objetivos de utilização do recurso e de pesquisas com relação à hardware e software.

1.1 Problema

Em pesquisa realizada, uma necessidade chamou a atenção no campus da Universidade Federal de Uberlândia. Notou-se uma certa dificuldade, em alunos e visitantes de encontrarem localizações desejadas no interior do campus.

Pensando nisso, e utilizando-se de tecnologias já existentes, observou-se que é viável, utilizando-se de APIs existentes, a criação de um aplicativo bastante útil para diversos frequentadores da instituição para encontrar com maior facilidade os locais internos desejados.

Diante da necessidade encontrada e da premissa de que ainda não há nenhuma solução tecnológica implementada para o local, que proponha acesso a esse tipo de informação em uma plataforma simples e precisa, esse projeto propõe o desenvolvimento de uma solução que auxilie usuários frequentadores ou visitantes do local a encontrarem o locais de destino no interior do campus de forma simples, rápida e precisa, evitando inconsistência de informações e atrasos em eventos onde o local ainda não é conhecido pelo usuário.

1.2 Hipótese

Dr. Ivan Getting, presidente fundador da Aerospace Corporation e inventor do conceito do Sistema de Posicionamento Global (GPS - Global Positioning System), ([AMÉRICA, 2008](#)) deixou um legado que, posteriormente, se tornaria de extrema utilidade na proposta de agilidade na vida das pessoas. Durante boa parte de sua vida, dedicou à pesquisas para suportar a defesa militar dos Estados Unidos. Originalmente, o GPS foi planejado para guiar aeronaves militares e mísseis ([O'CONNOR, 2003](#)). Hoje, ele é largamente utilizado para guiar usuários a chegarem de forma rápida e com certa precisão no local de destino desejado.

A maioria dos dispositivos móveis atuais, possuem recursos de hardware para receber informações de geolocalização. No entanto, o GPS, na maioria das situações, não exige a necessidade de saber com exatidão os dados de latitude e longitude, sendo satisfatório as informações com alguns poucos metros de exatidão. Fatores que variam de acordo com o ambiente em que o dispositivo solicita coordenadas de localização (pontos de sombra como túneis, mata extremamente densa, ambientes indoor e clima) interferem na precisão do aplicativo ([OGLIARI, 2015](#)). Diante desse cenário, cientistas buscam por métodos para melhoria de precisão. ([CURVELLO, 2016](#)) na conferência QCon SP 2016, descreveu alguns conceitos de localização em ambientes fechados e apresentou a ferramenta AnyPlace, a qual possui uso híbrido de WiFi e IMU (Unidade de Medição Inercial). ([CHEN; FARRELL, 2016](#)) voltaram seus esforços para o desenvolvimento de uma técnica que potencializa os dados do GPS com um sensor de inércia acoplado ao dispositivo, resultando em uma localização com precisão de centímetros.

Muitas empresas ao redor do mundo, tem mostrado interesse em descobrir e analisar padrões de comportamento de seus consumidores. O IPS é uma ferramenta de extrema utilidade, pois através da análise de dados, é possível identificar fatores de crescimento e mudança e identificar marcas líderes afim de tomar decisões sobre técnicas de vendas e sobre estratégias de marketing que podem ser adotadas no varejo.

1.3 Escopo do Trabalho

Esse trabalho se refere ao desenvolvimento de um aplicativo destinado à dispositivos smartphones. Nesse documento ele será referido como Guia UFU. Seu desenvolvimento foi guiado por práticas e técnicas de desenvolvimento de software. O trabalho será realizado com base em pesquisa bibliográfica sobre ferramentas similares e artigos acadêmicos que abordem o tema. Dentre as tecnologias necessárias para o bom funcionamento do aplicativo, foram necessárias:

- Utilização das tecnologias de geo-posicionamento GPS;

- Conexão com a internet via wireless ou dados móveis (3G ou 4G);
- Smartphone com sistema operacional Android com versão a partir de Android 4.0.

Uma visão geral da arquitetura necessária para o aplicativo, de geolocalização pode ser vista na Figura 1.

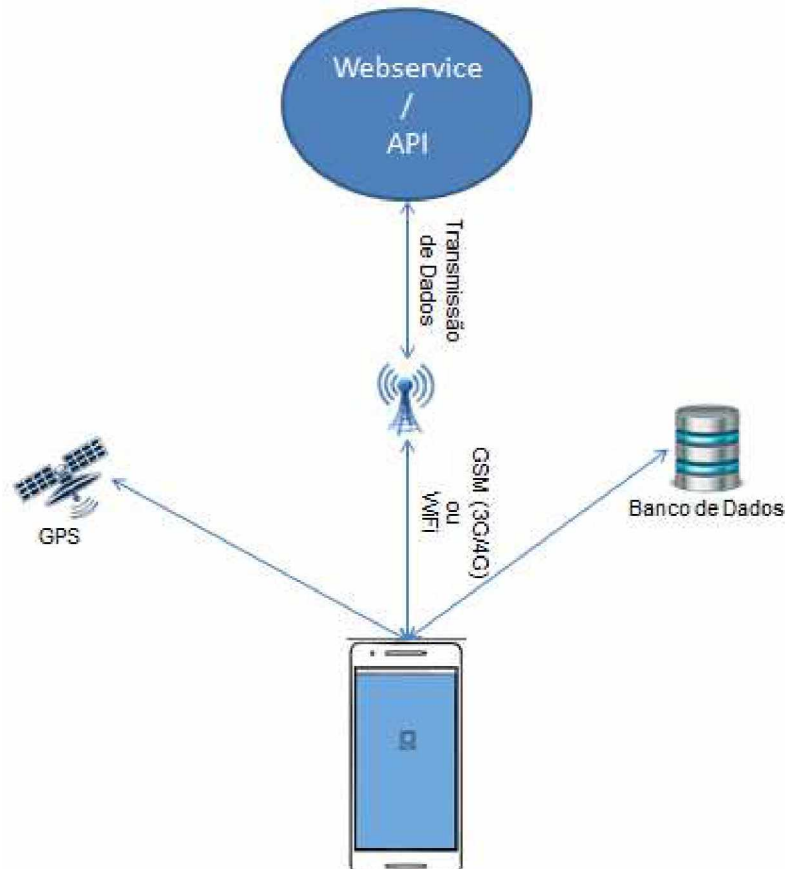


Figura 1 – Arquitetura Geral do Funcionamento do Aplicativo.

A Figura 1 apresenta a arquitetura geral de recursos e funcionamento básico do aplicativo.

Ao abrir o aplicativo instalado no smartphone, é necessário que o recurso de comunicação de dados via 3G/4G ou WiFi esteja habilitado para que haja tráfego de dados com uma API externa.

Com o recurso de GPS habilitado, o smartphone consegue informar ao Web Service sua localização exata, utilizando-se de recursos de hardware como giroscópio, magnetômetro e acelerômetro.

O banco de dados armazena informações de avaliações dos usuários. Inicialmente, como o banco de dados não armazena grande número de informações em massa, como dados de utilização e dados dos usuários, o seu provisionamento é mínimo utilizando uma versão gratuita. Foi realizado o acompanhamento da quantidade de acessos através do

console da API utilizada, da quantidade de informações que são armazenadas no banco de dados. Há o objetivo de adição de novas funcionalidade e aperfeiçoamento futuro de funcionalidades existentes no aplicativo. Paralelo a esse acompanhamento, será verificada a necessidade de banco de dados mais robusto.

1.4 Objetivos

O objetivo principal desse trabalho foi desenvolver uma aplicação acessível a toda a comunidade e de fácil utilização que auxilie seus usuários e frequentadores do local especificado a encontrar seus locais de destino desejados facilmente. Posteriormente, após a publicação desse protótipo, será continuado o seu aperfeiçoamento, afim de desenvolver uma API própria para IPS, com objetivo de aplicabilidade em qualquer local que seja identificado uma oportunidade de melhoria de experiência dos usuários.

1.5 Organização do Trabalho

Esse trabalho está organizado em três partes principais, sendo o referencial teórico, que define alguns conceitos e tecnologias como GPS e IPS, descreve um pouco da plataforma do sistema operacional Android e sua arquitetura e sobre a API do Google Maps. Alguns exemplos de soluções propostas publicadas, utilizando-se de diferentes tecnologias, também estão inclusos nesse capítulo. A segunda parte, descreve sobre como as empresas estão utilizando da tecnologia de IPS para agregar valor à suas estratégias de negócios e previsões de como a tecnologia poderá contribuir na experiência dos usuários da mesma. A terceira apresenta os passos realizados para o desenvolvimento do aplicativo de acordo com práticas de engenharia de software e sobre sua implementação.

2 Referencial Teórico

Uma das noções mais antigas para o homem, é a noção de posição. Através da utilização de referências, como pedras e pontos fixos, facilmente ele conseguia identificar outros pontos relevantes para sua sobrevivência. Posteriormente o homem se posicionava pela navegação celeste, a qual poderia ser vista somente a noite, o que era um problema quando havia necessidade da navegação sob a luz do dia. No século XIII, a bússola se tornou bastante popular entre os navegadores. No entanto, no fim da idade média, a determinação da posição de um ponto na superfície terrestre ainda era um grande desafio. Com um maior conhecimento da geometria terrestre, foram criados os conceitos de latitude e longitude (CUGNASCA, 1998).

Para determinação da latitude, foram criados alguns equipamentos como o astrolábio, mais adequado para medir a altura do Sol, e o quadrante, precursor do sextante e do octante, que ainda são utilizados. Tinha-se conhecimento que a hora da observação de um fenômeno celeste tinha uma dependência direta do lugar de onde é observado. Por comparação entre esse instante e a hora do meridiano de referência (meridiano de Greenwich), e conhecendo-se a latitude, era possível obter-se a longitude (CUGNASCA, 1998).

Na década de 50 houve um dos mais importantes passos para criação de uma infraestrutura de geolocalização, com o lançamento do satélite soviético Sputnik, o qual baseava seu funcionamento na frequência de sinal. Mas, a limitada quantidade de satélites e a sua baixa órbita impediam a obtenção da posição do receptor a qualquer momento e de qualquer posição (CUGNASCA, 1998).

Em 1958 os americanos lançaram o satélite Vanguard tendo assim o início do desenvolvimento do sistema Navstar (Navigation satellite with Timing and Ranging). A partir de 1967 foi liberado para uso civil, o sistema denominado *Navy Navigation Satellite System* (NNSS) também chamado de Transit. Em 1973 iniciou-se o desenvolvimento do *Global Positioning System* (GPS) (BERNARDI, 2002).

2.1 Sistema de Posicionamento Global - GPS

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é um sistema militar dos Estados Unidos operado pela Força Aérea desse país. Foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos e implantado em duas décadas a um custo de 10 bilhões de dólares (PACE GERALD P. FROST, 1995).

Nos últimos 10 anos, o GPS foi envolvido em suas origens militares. O GPS também

gerou uma indústria comercial substancial nos Estados Unidos e no exterior com mercados em rápido crescimento para produtos e serviços relacionados ([PACE GERALD P. FROST, 1995](#)).

O GPS consiste de uma árvore de segmentos: um segmento de espaço de cerca de 24 satélites em órbita que espalham sinais precisos, um segmento de controle que inclui uma central de controle e acesso para estações de comando no exterior, e um segmento de usuário, consistindo de receptores GPS e equipamentos associados ([PACE GERALD P. FROST, 1995](#)).

Seu núcleo de funcionamento é baseado na transmissão de dois tipos diferentes de sinais de satélites: o código-P ou precisão e o Coarse Acquisition ou código C/A. O código-P é designado para uso militar autorizado e provê o chamado Serviço de Posicionamento Preciso (PPS). O código-C/A é designado para uso não militar e provê o que é chamado de Serviço de Posicionamento Padrão (SPS). O código-C/A é menos preciso e fácil de compartilhar do que o código-P. A Força Militar dos Estados Unidos pode controlar o nível de precisão do código C/A implementando uma técnica chamada disponibilidade seletiva ([PACE GERALD P. FROST, 1995](#)).

2.1.1 Qualidade de Sinal GPS

Dentro de construções, o sinal dos satélites de GPS é espalhado ou bloqueado por paredes, telhados e outros objetos que bloqueiam a entrada do sinal. A localização resultante normalmente não é precisa, o que faz com que as informações não sejam úteis ou relevantes. A adição de recurso de bússola aos smartphones da nova geração ou sensores microeletrônicos de orientação podem fornecer informações mais precisas de posicionamento ([SCHUTZBERG, 2013](#)).

Um dos fatores que influenciam a ocorrência de erros na determinação de coordenadas de GPS é a propagação multicaminhamento ou caminho múltiplo. A propagação multicaminhamento é a reflexão de um ou mais sinais em uma ou mais superfícies antes de alcançar uma antena receptora. A reflexão pode ocorrer em diversos tipos de superfícies que circundam o receptor de sinal, posicionados na horizontal, vertical ou inclinada, como por exemplo, ruas, edifícios e veículos ([SEEBER, 2003](#)). A figura 2 ilustra como ocorre esse tipo de reflexão.

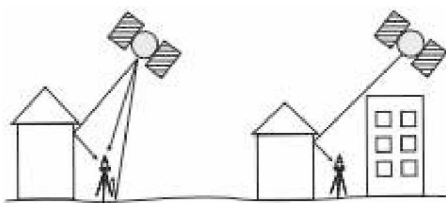


Figura 2 – Reflexão de sinais de satélite GPS ([SEEBER, 2003](#)).

Conforme pode ser notado na figura 2, o sinal do satélite GPS é refletido em diversos meios e obstáculos antes de chegar até o destino (antena receptora).

Cada tipo de matéria prima que circunda um receptor GPS, pode influenciar na reflexão de sinal GPS de maneira diferente. Estudos e experimentos em química e física podem comprovar a diferença de bloqueio de sinal quando um receptor é envolvido, por exemplo, por material de alumínio ou de madeira.

2.2 Sistema de Posicionamento em Interiores

A localização em interiores é a determinação da posição de um dispositivo ou pessoa em um ambiente interno. Enquanto a localização em ambientes externos pode, na maioria dos casos, ser eficiente com a utilização do GPS, ou alguns variantes como D-GPS, estes sistemas não são usualmente eficientes dentro de construções (ELBAHHAR B. FALL; ELASSALI, 2012).

Estimar a posição de pessoas e dispositivos tem sido um problema crítico na área da computação, localização e realidade mista. A céu aberto, o sinal GPS pode prover sem dificuldades as informações de latitude e longitude. Dentro de construções, o sinal e as informações podem ser bloqueados ou se tornarem inúteis (HASHIZUME AYUMU KANEKO, 2005). Um dos maiores problemas para os sinais GPS em ambientes internos é a propagação de sinal extremamente baixa. A sensibilidade típica de um receptor GPS comum (Cerca de 35dBHz / 40dBHz), não é suficiente para garantir precisão em ambientes fechados (DOVIS RICCARDO LESCA, 2008).

Várias pesquisas tem direcionado esforços para a área de geolocalização dentro de construções. A impressão digital baseada no uso do sinal Wi-Fi atraiu atenção contínua de pesquisadores, devido à rápida adesão generalizada de redes sem fio (WLANs) e dispositivos móveis com recurso de Wi-Fi habilitado (DÖNMEZ, 2017). Podemos desenvolver soluções de geolocalização em interiores utilizando informações de receptores e transmissores de sinais *wireless* (PROGRI, 2010). Afim de alcançar melhorias na precisão utilizando tecnologias *wireless*, (GÜNAL, 2017) realizaram uma abordagem híbrida com integração de dados de sensor de campo magnético e WiFi, onde é tirado vantagens desses dois tipos de sensores e utiliza-se de algoritmos de aprendizado de máquina, para melhorias de tempo de computação. Soluções podem utilizar de ondas ultrasônicas, o qual pode ser desenvolvido a um baixo custo, utilizando-se somente um transmissor e receptor para sincronização e geração de frequência (LATIF R. TARIQ, 2012). O sistema *Cricket* desenvolvido pelo MIT é um exemplo de sistema que utiliza-se desse tipo de tecnologia, o qual permite que aplicações que executam em dispositivos móveis e nós estáticos aprendam sua localização com a utilização de receptores que recebem e analisam as informações espalhadas (PRIYANTHA ANIT CHAKRABORTY, 2000). AT&T Cambridge também

desenvolveu uma tecnologia, a qual utiliza-se da abordagem de ondas ultrasônicas. Objetos são marcados com selos ultra-sônicos (KOYUNCU, 2010). O maior problema em utilizar a técnica ultrasônica é que é necessário um grande número de receptores para o interior de construções e seu posicionamento alinhado que é bastante sensível (KOYUNCU, 2010).

2.3 Plataforma Android

Hoje, existe cerca de 1.5 bilhões de televisores em uso no mundo. 1 bilhão de pessoas estão conectadas à internet. No entanto, 3 bilhões de pessoas, possuem um telefone celular, o que faz desse, um dos produtos de consumo de maior sucesso no mundo. Desenvolver melhores telefones móveis irá melhorar a vida de inúmeras pessoas no mundo. (OHA, 2017)

O Android é uma plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis, baseada no sistema operacional Linux. Foi criada através de uma parceria entre a empresa Google e várias outras através do grupo OHA (Open Handset Alliance) (LECHETA, 2013).

O grupo OHA é um grupo líder em tecnologia móvel (OHA, 2017). Foi fundado afim de realizar a padronização de uma plataforma de código aberto e livre para celulares e é constituído por cerca de 14 operadoras de telefonia, 23 fabricantes de dispositivos móveis, 20 empresas de semicondutores, 17 empresas de software e 12 empresas de comercialização, sendo constituído por empresas como LG, Sony, Motorola dentre outras (OHA, 2017).

De acordo com pesquisas realizadas pela Corporação de Dados Internacionais (IDC), o mercado de smartphones cresceu cerca de 1,1% ano a ano no terceiro quadrimestre de 2016, com expedição 363,2 milhões de telefones. A plataforma Android, conforme pode ser observado no gráfico da figura 3, domina o mercado de smartphones, com uma fatia de 86,8% do mercado (IDC, 2016).



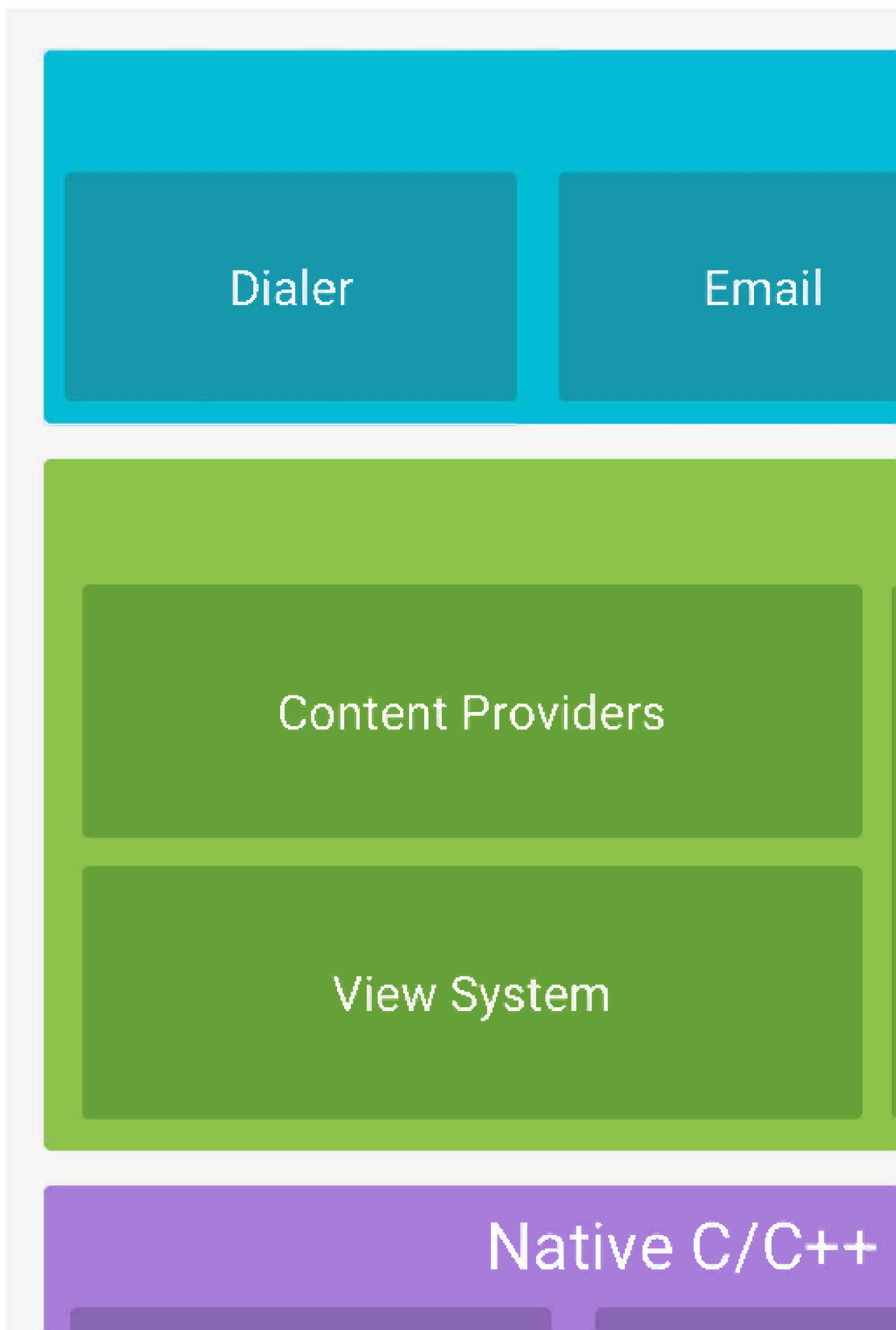
Figura 3 – Quota de mercado de sistemas operacionais de smartphones (IDC, 2016).

2.3.1 Arquitetura Android

A arquitetura da plataforma Android, conforme pode ser visto na figura 4 é uma pilha de software baseada em Linux e dividida em várias camadas. Aplicativos do sistema, java API framework, bibliotecas nativas C/C++, Android Runtime, Camada de abstração de hardware e kernel Linux. Nos itens à seguir, há uma breve explicação sobre cada uma das camadas da plataforma.

- **Kernel Linux:** a base da arquitetura Android, está o kernel Linux, que fornece serviços de núcleo do sistema como segurança, gerenciamento de memória de baixo nível, gerenciamento de processos, pilhas de redes, dentre outros. O uso do kernel Linux permite que o Android aproveite os recursos de segurança principais e que fabricantes de dispositivos construam *drivers* de hardware para um kernel conhecido.
- **Camada de abstração de hardware:** essa camada fornece interfaces padrões que expõem os recursos de hardware do dispositivo para a estrutura da Java API que está em nível superior. Consiste em módulos de biblioteca, os quais implementam uma interface para um tipo específico de componente de hardware, como o módulo de câmera ou bluetooth. Quando um Framework ou API faz uma chamada de sistema para acessar o hardware do dispositivo, o sistema Android carrega o módulo da biblioteca para este componente de hardware.
- **Android Runtime:** é o gerenciador de execução usado por aplicativos e alguns serviços de sistema no Android.

- **Bibliotecas C/C++ nativas:** componentes e serviços do sistema Android, como o android runtime e a camada de abstração de hardware, são implementados por código nativo que exige bibliotecas nativas programadas em C e C++. Em caso de construção de um aplicativo que necessita de ser desenvolvido em código C ou C++, pode ser utilizado o Android NDK para acessar algumas dessas bibliotecas de plataforma nativa através do código.
- **Estrutura da Java API:** os recursos do sistema operacional Android são disponibilizados pelas APIs programadas na linguagem Java. Através da API Java, os desenvolvedores podem criar aplicativos de forma mais rápida e facilitada, sem a necessidade de entender a profundamente o que acontece na execução de um método ou classe Java para acesso a um recurso do dispositivo.
- **Aplicativos do sistema:** o sistema operacional Android já vêm acompanhado de um conjunto de aplicativos principais para envio de e-mail, envio de SMS, calendários, navegador de internet, contatos, dentre outros. Os aplicativos inclusos na plataforma não têm prioridade especial com relação aos aplicativos que o usuário opta por instalar. Os aplicativos do sistema funcionam como aplicativos para os usuários e oferecem recursos que os desenvolvedores podem acessar.



2.4 Google Maps API

Antes de 2005, não havia ainda uma boa maneira de colocar um mapa em uma página web sem a utilização de grandes custos. A Google mudou essa visão, primeiramente com um mapa que acompanhado de dinamismos antes não conhecidos e depois com a liberação de uma API que possibilitava qualquer pessoa a utilizar mapas em sua própria página da web (UDELL, 2008). Em 2005, a Google anunciou o recurso do Google Maps, disponibilizando auxílio em posicionamento, imagens de satélite e visualização de ruas. A Google ajuda cerca de 2 bilhões de pessoas por ano com o recurso (SLY, 2016).

Grande parte das páginas web disponíveis na internet, possuem algum tipo de conexão com o Google Maps, apresentando de forma fácil sua localização, quando desejado. A API não é totalmente grátis. Há um limite de até 25.000 carregamentos de mapas por página web, a cada 24 horas, o qual é contado quando um mapa é inicializado na página web. No entanto, seu uso gratuito é suficiente para a maioria dos desenvolvedores (DINCER, 2013).

Atualmente, a API encontra-se na versão 3 modularizadamente baseada em bibliotecas na linguagem JavaScript (DINCER, 2013).

2.5 Conclusão do Capítulo

A tecnologia de GPS não é a única disponível e mais eficiente atualmente. Existem outras alternativas que utilizam de técnicas similares ao GPS como ondas de rádio, campos magnéticos, sinais acústicos e ultrassônicos, dentre outros, que podem atender de forma satisfatória a geolocalização em ambientes internos e externos. Cabe ao projetista analisar, qual a melhor solução a ser utilizada de acordo com o ambiente em que será aplicada, os resultados desejados e custos a serem despendidos no projeto.

A tecnologia de geoposicionamento em interiores ainda encontra-se em desenvolvimento. Várias oportunidades estão disponíveis no mercado para exploração desta tecnologia e empresas globais têm investido milhões de dólares afim de desenvolver a tecnologia com um menor custo e maior precisão possível.

Na maioria dos casos, a proposta de novas soluções trazem consigo limitações. Talvez uma melhor solução que atenderia a todos os casos de maneira satisfatória seria uma solução híbrida que realize a economia de recursos de bateria, retornasse dados com maior precisão possível e realizasse a troca de uso de recurso entre, por exemplo, infravermelho ou Wi-Fi para navegação em interiores e GPS em áreas abertas.

3 Estratégia de Negócios Para Empresas

Várias empresas de pequeno e grande porte, tem apostado na utilização do recurso de geolocalização indoor na última década. Os objetivos abordam desde criar uma experiência com maior conveniência e agradabilidade aos visitantes, proporcionando uma maior facilidade para localização de pessoas e locais dentro de construções, até interesses comerciais, influenciando o padrão de consumo dos clientes.

A Markets & Markets é empresa que proporciona serviços de pesquisa de mercado publicadas anualmente. De acordo com pesquisa realizada e publicada pela empresa no relatório "Indoor Location Market by Component", estima-se que o crescimento do mercado que envolve produtos e serviços de localização indoor, cresça de 4.72 bilhões de dólares em 2016 para 23.13 bilhões de dólares até 2021, em uma taxa de crescimento anual composto (CAGR) de 37,4 % ([MARKETS; MARKETS, 2016](#)).

3.1 Google Indoor Maps

Em 2011, Brian McClendon, engenheiro de uma das principais empresas que atua no ramo de mapas e geolocalização, a Google, publicou um artigo no Blog da empresa a respeito da nova fronteira que a Google estava se inserindo, provendo aos usuários a possibilidade de descobrir onde eles estão e onde eles querem ir no interior de construções, através do Google Maps para Android ([MCCLENDON, 2011](#)). O sistema de posicionamento é baseado em tecnologia de cobertura Wi-fi ([ANDROID, 2017b](#)). O recurso ainda funciona somente para prédios públicos, aeroportos e shoppings ([MCCLENDON, 2011](#)). Inicialmente, somente alguns locais nos Estados Unidos e Japão tinham o recurso. Uma lista completa dos locais e países onde já há implementação dos mapas indoor pode ser conferida no site da empresa ([MCCLENDON, 2011](#)).



Figura 5 – Google Indoor Maps (GOOGLE, 2017).

O serviço provê a facilidade de o usuário importar uma planta baixa da construção para a plataforma de serviço da Google Maps, informando o local e alinhando a planta de acordo com a construção. Após esse procedimento, a disponibilização de visualização da planta e ajustes necessários, depende da aprovação da equipe de analistas da Google. Após aprovada, para visualizar a construção disponibilizada, o usuário não necessita realizar procedimentos diferentes dos quais ele já faz para visualização de locais fora de construções.

3.2 Apple

Em 2013, vários sites de notícias anunciaram uma das principais aquisições realizadas pela Apple. A empresa WifiSlam, a qual provê serviço de localização baseado nos sinais de redes sem fio, foi adquirida pela Apple por 20 milhões de dólares, segundo a página web Exame (CAMPI, 2016). Segundo análise divulgada no site techcrunch por (EMPSON, 2013), a aquisição parece fazer parte do plano contínuo da Apple em construir suas capacidades de localização.

3.3 Instituto Fraunhofer

O instituto Fraunhofer possibilita através de um sistema chamado MST-Smartsense Sensor, a navegação dentro de lojas e shoppings, utilizando sensores simples para guiar o usuário no interior de prédios. O sistema funciona a partir da leitura de um código QR (Quick Response) que identifica a posição corrente. O sistema consegue realizar a verificação de coordenadas através do comprimento dos passos. Um pedômetro e uma bússola integrados avaliam a velocidade e a direção que o usuário se locomove, substituindo a

utilização de sinais de GPS. Em 2012, o diretor da Fraunhofer Portugal recebeu o prêmio Galileo Master 2012 atribuído pela European Satellite Navigation Competition (ESNC). O aplicativo poderá proporcionar melhorias dos sistemas de segurança e evacuação em recintos fechados, como estádios ou aeroportos, possibilidade de encontrar uma saída alternativa em casos de incêndio, podendo ainda ser aplicada na otimização de sistemas de localização destinados a cegos e outras pessoas com necessidades especiais ([COMPUTERWORLD, 2012](#)).

3.4 Estimote

A empresa de tecnologia Estimote, utilizou-se da tecnologia do protocolo iBeacon, suportada por equipamentos Apple com sistema operacional a partir do iOS7. A Estimote abordou o contexto de geolocalização em interiores provendo um serviço que utiliza de pequenos equipamentos que transmitem sinal infravermelho, para triangulação de posição, e possibilita desenvolvedores a configurar localizações interativas e incorporar aos seus aplicativos. Em seus vídeos institucionais, a empresa divulga onde sua estratégia de negócios pode ser aplicada. O serviço consiste em oferecer promoções, descontos e propagandas voltadas ao consumidor, além de oferecer pagamentos sem contato para o usuário, proporcionando uma experiência diferenciada ao consumidor. A solução, utiliza de informações de Big Data e análise de padrões, e também consegue oferecer aos proprietários de estabelecimentos, a visualização de quais são as seções mais visitadas.

Dentre os principais casos de sucesso da empresa, destacam-se:

- **Museu de Guggenheim em Nova Iorque:** através da implantação de uma rede de Beacons, é exibido informações contextuais sobre pinturas e esculturas próximas, proporcionando informações que melhoram a experiência do visitante do museu ([ANDERSON, 2017](#)).
- **Barcelona Futebol Clube:** a arena Camp Nou do Barcelona passou a dar as boas vindas à seus visitantes, com experiência contextual baseada na solução da Estimote. O aplicativo do Futebol Clube Barcelona disponibiliza informações sobre o que está acontece com cada uma das equipes profissionais do Barcelona. Beacons da Estimote foram implantados em vários pontos do estádio. Através da solução, o time oferece promoções especiais baseadas na localização do usuário do aplicativo, além de permitir que o usuário compre ingressos para o museu Camp Nou ([DUQUE, 2015](#)).
- **Aeroporto Internacional do Qatar:** o principal aeroporto internacional de Doha, capital do Catar, utiliza da tecnologia iBeacons para permitir uma navegação simples e precisa que leva os passageiros ao seu portão de embarque e desembarque e

proporciona informações relevantes sobre ofertas promocionais aos passageiros. O aeroporto faz uso de mais de 700 beacons para prover o serviço ([SERVICE, 2016](#)).

3.5 Conclusão do Capítulo

É notável as várias áreas as quais a localização em interiores pode ser aplicada e influenciar a experiência positiva de usuários. A tecnologia pode ser utilizada desde a simples localização dentro de construções e proporcionar maior garantia de segurança em casos de emergência, até estratégias de publicidade customizada para cada perfil de cliente. Se o conceito é estendido um pouco mais, pode-se até mesmo conectar indivíduos com interesses em comum, dentro de um mesmo espaço.

Investimentos têm sido realizados por diversas empresas para proporcionar uma experiência facilitada e diferenciada aos usuários e visitantes dentro de construções. A experiência diferenciada, proporcionada pelas soluções consegue desde influenciar o ato de compra do consumidor, até a proporcionar relatórios detalhados aos empresários sobre quais estratégias de negócios devem ser tomadas, visando diferenciais e não somente maiores lucros para as empresas, mas também proporcionando maior segurança e conhecimento aos clientes e visitantes dos locais, ao guiá-los por onde eles ainda não conhecem.

3.6 Contribuição

Esse trabalho visa contribuir com a comunidade para a agilidade e facilitação em encontrar destinos desejados dentro da já referida Universidade de forma precisa. É objetivo também expor alguns pontos característicos de cada solução, tendo em vista proporcionar maiores conhecimentos ao leitor sobre a tecnologia em discussão. Esse trabalho é somente o início de uma longa pesquisa a respeito de um tema que têm sido bastante comentado por empresas do setor de tecnologia, afim de solucionar problemas de localização de destino em interiores, ambiente em que a tecnologia ainda é pouco explorada.

4 Desenvolvimento

Nesse capítulo é descrito os principais requisitos funcionais e não funcionais do aplicativo proposto. O desenvolvimento foi baseado em conceitos de engenharia de software.

Depois da definição da arquitetura a ser utilizada, foi realizada a definição do planejamento e aprendizado das tecnologias adotadas. Técnicas de prototipação e projeto de interfaces gráficas com foco na experiência do usuário foram uma das prioridades do trabalho. No decorrer desse capítulo serão expostas as etapas de desenvolvimento do aplicativo.

4.1 Visão Geral

O protótipo do projeto utiliza um aparelho celular com sistema operacional Android com recurso de GPS disponível. A aplicação possui como objetivo otimizar e facilitar o processo para qualquer usuário interessado em chegar a um destino final dentro da referida Universidade no Campus Santa Mônica. O recurso de GPS envia dados de coordenadas de localização atual do usuário para o Web Service da Google Maps através de sua API. A API por sua vez, calcula a rota para chegar ao destino escolhido pelo usuário. Requisitos funcionais e não funcionais foram levantados durante a pesquisa para maiores chances de êxito nos resultados esperados.

4.2 Descrição dos Requisitos

A partir do ponto de vista de um processo de software, a engenharia de requisitos é uma grande ação de engenharia de software que deve ser iniciada durante a atividade de comunicação e se estende na atividade de modelagem. Deve haver adaptações às necessidades do processo, do projeto, do produto e dos envolvidos que executam o trabalho. Ela constrói um vínculo entre as partes interessadas no projeto e a respectiva construção do projeto. Fornece metodologias para compreender o que é desejado que o projeto tenha como funcionalidades e recursos, por exemplo, analisando necessidades, analisando viabilidades, negociando soluções razoáveis, sem equívocos, validando as especificações e administrando os requisitos ([PRESSMAN, 2010](#)).

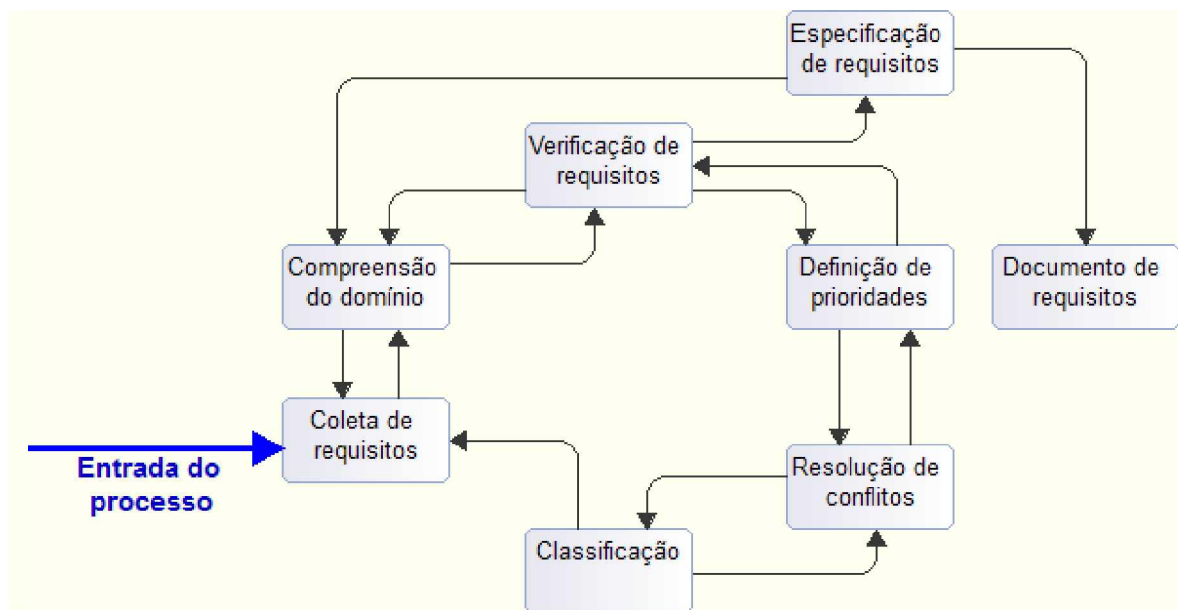


Figura 6 – Processo de levantamento e análise de requisitos (SOMMERVILLE et al., 2008)

Seguindo fluxos e princípios básicos de engenharia de software, após a compreensão do domínio da aplicação, a etapa de coleta de requisitos foi iniciada. Foi necessário a interação com alguns interessados na aplicação para adição de algumas funcionalidades, as quais foram consideradas essenciais. A definição de prioridades e resolução de conflitos também foram empregada nesse projeto. Definidos e solucionados os conflitos de requisitos, a etapa posterior foi a de verificação e validação de requisitos levantados, resultando na descrição de requisitos transcrita para esse documento.

4.2.1 Requisitos Funcionais

De conhecimento das informações descritas na seção Descrição dos Requisitos, os requisitos funcionais (RF) do aplicativo Guia UFU são:

[RF 01] – Captar informações de avaliação e feedbacks de usuários

Descrição: Deverá ser possível ao usuário realizar entrada de dados sobre informações que possam ajudar a equipe de analistas a realizarem melhorias no desenvolvimento do aplicativo.

Prioridade: Desejável

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;

- O usuário deverá estar conectado à internet;
- O usuário deverá estar com o aplicativo aberto.

Pós-condição: uma janela irá surgir na tela do usuário quando ele chegar ao local desejado (destino). Nesse janela, ele poderá avaliar o aplicativo através do modelo de estrelas (até 5 estrelas). Independente da pontuação fornecida pelo usuário, o mesmo poderá inserir um texto ou frase com sugestões de melhorias para o aplicativo.

[RF 02] – Notificar usuários de mudanças que ocorreram nos mapas

Descrição: O aplicativo deverá notificar os usuários de mudanças ou novidades que ocorreram nos mapas. Qualquer alteração que seja de interesse comum aos usuários do aplicativo, deverá notifica-los. Exemplo: inclusão de novos blocos, novas salas ou novos estabelecimentos ou suas alterações de nome ou local.

Prioridade: Desejável

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O usuário deverá estar conectado à internet;
- Não há necessidade de o usuário estar com o aplicativo aberto para receber notificações;
- As notificações serão apresentadas através de alertas do próprio aplicativo;
- Um resumo da notificação deverá ser apresentado na barra de notificações do dispositivo.

Pós-condição: ao clicar na notificação que aparece na barra de notificações do dispositivo, o aplicativo se abrirá e o usuário poderá visualizar detalhes da notificação recebida.

[RF 03] – Possibilitar ao usuário buscar pelo local desejado

Descrição: deverá possibilitar ao usuário buscar pelo local desejado através de um campo de busca por texto.

Prioridade: Essencial

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;

- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O usuário deverá estar conectado à internet;
- O aplicativo deverá estar aberto para possibilitar a realização da busca;

Pós-condição: Ao tentar clicar na lupa que realiza o a abertura da janela de busca, quando o usuário começar a digitar no campo de texto, se todos os pré-requisitos listados estiverem de acordo, opções de locais poderão aparecer no aplicativo, evitando que o usuário digite todo o texto do local de destino desejado e provenha agilidade na busca e utilização do aplicativo.

[RF 04] – Informar ao usuário se algum dos pré-requisitos para funcionamento do aplicativo não estiverem funcionando

Descrição: caso algum dos pré-requisitos para funcionamento do aplicativo não estiverem ativados ou algum erro ocorrer, deverá ser reportado ao usuário, através de uma janela de alerta, informando qual recurso não está ativado.

Prioridade: Essencial

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto.

Pós-condição: uma notificação de recurso necessário e não habilitado ou ausente, deverá ser apresentado ao usuário.

[RF 05] – O usuário poderá realizar planejamento do percurso

Descrição: o usuário poderá realizar um planejamento do percurso, saindo de um local e chegando ao local desejado.

Prioridade: Desejável

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto;

- O usuário deverá informar o destino.

Pós-condição: após informar o destino, será apresentado ao usuário o caminho que deverá ser percorrido.

[RF 06] – O usuário terá o controle de zoom do mapa

Descrição: o usuário, quando desejar, poderá realizar o controle de zoom do mapa, com objetivo de visualizar com maiores detalhes as informações desejadas.

Prioridade: Essencial

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto;
- O usuário deverá realizar o movimento de deslize na tela do smartphone.

Pós-condição: após realizar o movimento de zoom, o mapa será mostrado com maiores detalhes ao usuário.

[RF 07] – O usuário poderá realizar uma pergunta e aguardar até que ela seja respondida

Descrição: o aplicativo deverá disponibilizar ao usuário uma página onde ele poderá realizar perguntas sobre dúvidas que ele deseja sanar.

Prioridade: Desejável

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto.

Pós-condições: ao acessar o menu, o usuário poderá ter acesso à uma página de ajuda. Na página de ajuda, haverá um link para um formulário, para que o mesmo possa realizar uma pergunta.

[RF 08] – O aplicativo deverá ter um ícone de bússola, indicando onde o usuário se encontra.

Descrição: para que o usuário visualize sua localização de forma facilitada, e tenha sempre a referência do local atual onde ele se encontra, o aplicativo deverá apresentar um ícone de bússola com seta direcionadora.

Prioridade: Essencial

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto;
- O recurso de GPS do aplicativo deverá estar ligado.

Pós-condições: o usuário poderá visualizar onde ele se encontra em dado instante.

[RF 09] – O usuário poderá visualizar a qualquer momento o caminho que ainda terá de percorrer.

Descrição: o usuário, através do movimento de deslize na tela, poderá visualizar a qualquer momento, o caminho que ainda deverá ser percorrido. Um botão deverá ser disponibilizado para que ele retorne à visualização da sua posição atual quando desejar.

Prioridade: Essencial **Pré-condições**

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto;
- O recurso de GPS do aplicativo deverá estar ligado.

Pós-condições: será apresentado na tela o caminho que ainda será percorrido.

[RF 10] – O aplicativo poderá notificar o usuário sobre alterações e novas funcionalidades adicionadas.

Descrição: o usuário receberá notificações sempre que uma nova funcionalidade for adicionada ao aplicativo. A notificação deverá utilizar recursos do próprio aplicativo e não deverá enviar e-mail.

Prioridade: Desejável

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O usuário deverá estar conectado à internet;
- Não há necessidade de o usuário estar com o aplicativo aberto para receber notificações;
- As notificações serão apresentadas através de alertas do próprio aplicativo;
- Um resumo da notificação deverá ser apresentado na barra de notificações do dispositivo.

Pós-condição: ao clicar na notificação que aparece na barra de notificações do dispositivo, o aplicativo se abrirá e o usuário poderá visualizar detalhes da notificação recebida.

[RF 11] – O usuário poderá configurar se deseja ou não receber notificações

Descrição: uma tela de configurações deverá ser disponibilizada ao usuário, afim de que o mesmo ative ou não o recebimento de notificações.

Prioridade: Desejável

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- Para configurar o aplicativo, o usuário deverá abrir o aplicativo.

Pós-condições: será apresentada uma tela, onde o usuário poderá realizar configurações desejadas.

[RF 12] – Não é necessário que o usuário realize cadastro para utilizar o aplicativo

Descrição: para utilizar o aplicativo, o usuário deverá somente instalar o aplicativo e executá-lo no smartphone com sistema operacional compatível.

Prioridade: Essencial

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;

Pós-condições: ao abrir o aplicativo, será apresentado ao usuário o mapa do local onde ele se encontra, coletando os dados de latitude e longitude.

[RF 13] – O aplicativo deverá possuir o recurso de ajuda

Descrição: o aplicativo deverá disponibilizar ao usuário o recurso de ajuda, informando, através de texto, como o mesmo poderá ser utilizado.

Prioridade: Essencial

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto.

Pós-condições: ao acessar o menu, o usuário poderá ter acesso à uma pagina de ajuda.

[RF 14] – O aplicativo deverá possuir uma página onde haverá a postagem das principais perguntas mais frequentes realizadas por usuários.

Descrição: o aplicativo deverá disponibilizar ao usuário uma página onde ele poderá visualizar as perguntas mais frequentes realizadas por outros usuários.

Prioridade: Desejável

Pré-condições

- O usuário deverá estar com o aplicativo instalado no smartphone;
- O aplicativo tem de estar operativo e funcionando normalmente;
- O aplicativo deverá estar aberto.

Pós-condições: ao acessar o menu, o usuário poderá ter acesso à uma pagina de ajuda. Na página de ajuda, haverá um link para as perguntas mais frequentes.

4.2.2 Requisitos Não Funcionais

De acordo com (SOMMERVILLE et al., 2008), requisitos não funcionais são restrições impostas tanto ao sistema quanto ao seu desenvolvimento, tais como confiabilidade, tempo de resposta, espaço de armazenamento e plataforma. Os requisitos não funcionais para a aplicação Guia UFU são descritos a seguir:

[RNF 01] – Utilização das tecnologias de geo-posicionamento GPS

Descrição: O aplicativo depende de tecnologia de GPS para que funcione. O aparelho smartphone utilizado, deverá estar sempre com o GPS ligado.

Prioridade: Essencial.

[RNF 02] – Conexão com a internet via wireless ou dados móveis (3G ou 4G)

Descrição: O aplicativo terá dependências externas de API e conexão com banco de dados para armazenar informações sobre as avaliações dos usuários do próprio aplicativo. Para isso, o usuário deverá sempre verificar se a conexão com a Internet através do telefone está ativa.

Prioridade: Essencial.

[RNF 03] – Interface Amigável

Descrição: O aplicativo deve ter interface gráfica simples e deverá considerar aspectos de usabilidade para seu desenvolvimento. Deve conter menus e botões de acesso que beneficiem a navegabilidade do usuário, incluindo um elevado grau de validações na entrada de dados e orientações parametrizadas.

Prioridade: Importante.

[RNF 04] – Sistema de Ajuda

Descrição: Deverá conter acesso a um módulo de ajuda rápido e intuitivo, de forma a possibilitar ao usuário um aprendizado auto didático e/ou sanar qualquer dúvida sobre a operação que esteja realizando

Prioridade: Desejável.

[RNF 05] – Usuários Simultâneos

Descrição: O aplicativo deverá suportar processamento multi-usuário, ou seja, vários usuários conectados e operando o sistema ao mesmo tempo. Estimativas de uso simultâneo serão realizadas de acordo com a quantidade de uso do aplicativo.

Prioridade: Essencial.

[RNF 06] – O aplicativo deverá ser desenvolvido em língua portuguesa
Descrição: a usabilidade do aplicativo deverá atender aos padrões da língua portuguesa, não exigindo conhecimentos especializados em informática para a sua operacionalização.
Prioridade: Desejável.

[RNF 07] – Smartphone com sistema operacional Android com versão a partir de Android 4.0.
Descrição: o sistema deverá utilizar recursos da versão Android a partir da 4.0, visando atender pelo menos 90% do mercado de smartphones disponíveis nessa plataforma.
Prioridade: Desejável.

[RNF 08] – Agilidade e facilidade para encontrar o local desejado
Descrição: O aplicativo deverá proporcionar a experiência ao usuário de uma forma ágil e precisa para encontrar o local desejado. O usuário poderá não ter conhecimento prévio para o uso do aplicativo. A interface deverá ser desenvolvida de forma que o usuário não necessite ler a documentação previamente para operá-lo.
Prioridade: Desejável.

[RNF 09] – Arquitetura escalável, de acordo com picos de utilização.
Descrição: espera-se que os picos de utilização do aplicativo sejam em início de ano períodos letivos, e datas de concursos ou realização de provas no interior do local. Portanto, como pré-requisito, espera-se que seja possível prover uma arquitetura elástica que suporte a quantidade de utilizadores do aplicativo.
Prioridade: Essencial.

[RNF 10] – A precisão deverá ser a melhor possível
Descrição: a precisão de GPS ainda está em desenvolvimento, pois depende de fatores como limitação de hardware de dispositivos. A precisão de localização é o que define o sucesso ou fracasso desse aplicativo.
Prioridade: Essencial.

[RNF 11] – O aplicativo inicialmente deverá funcionar na plataforma Android
Descrição: inicialmente, visando questões de desempenho e utilização de recurso de forma correta, seu funcionamento ficará limitado à plataforma Android (nativo).
Prioridade: Desejável.

[RNF 12] – O aplicativo deverá guiar o usuário até o local desejado de forma consistente

Descrição: inconsistências na localização poderão vir a fazer com que os usuários deixem de utilizar a ferramenta.

Prioridade: Essencial.

[RNF 13] – O aplicativo deverá ter informações de código de sala e bloco

Descrição: informações de sala e bloco são essenciais para usuário da instituição, pois é um das informações que mais são requisitadas a outros frequentadores do local.

Prioridade: Desejável.

[RNF 14] – O sistema poderá utilizar qualquer API que tenha bom funcionamento para mapas indoor utilizando uma planta baixa do prédio em questão

Descrição: a utilização de APIs externas facilita e agiliza o desenvolvimento do aplicativo, caso o aplicativo se torne muito utilizado, uma API própria poderá ser criada, onde os desenvolvedores do aplicativo poderão ter o controle sobre todos os recursos do mesmo e realizar melhorias do mesmo.

Prioridade: Desejável

4.3 Modelagem

4.3.1 Descrição dos Casos de Uso

Os cenários, também chamados por projetistas de Casos de Uso, são usados para direcionar os envolvidos no projeto para terem uma visão de como o sistema será utilizado (PRESSMAN, 2010).



Figura 7 – Caso de uso principal do aplicativo

A aplicação, inicialmente, foi segmentada em dois níveis hierárquicos de permissão de operação, afim de que se tenha um maior controle sobre a qualidade e confiabilidade dos dados providos por ela. Os dois níveis foram chamados aqui de Usuário e Administrador.

O ator com perfil de Administrador possui capacidade de realização de manutenção das informações do aplicativo, pois ele validará e viabilizará as informações e dúvidas geradas por usuários dos recursos do aplicativo. O mesmo deverá ter um conhecimento profundo da aplicação e do contexto em que ela se encontra, para que responda a questionamentos dos usuários, atualize as informações disponibilizadas, realize modificações nas plantas das construções e avalie padrões de melhorias na aplicação. As melhorias, adição de novas funcionalidade e correção de erros à nível de código e estrutura da aplicação, deverão sempre ser repassadas à equipe de desenvolvimento da aplicação. O perfil de Usuário poderá visualizar e consultar as informações disponibilizadas pela aplicação, permanecendo limitado somente à permissão de leitura de dados, com excessão ao caso de realização de perguntas à equipe de suporte e avaliação da aplicação.

Nesta documentação, estão descritos os casos de uso para os dois níveis hierárquicos de usuário. No entanto, o protótipo que será apresentado, contemplará somente os casos de uso para o perfil Usuário. O perfil Administrador ficará como pendência para trabalhos futuros, visto que em um momento inicial, o Administrador do aplicativo será o desenvolvedor do mesmo, o qual possui acesso total ao código fonte do respectivo projeto.

4.3.1.1 Casos de Uso do Perfil Usuário

Nas subseções a seguir, é descrito com maiores detalhes os casos de uso para o perfil Usuário.

4.3.1.1.1 Visualizar a Localização Atual

O indivíduo com perfil de Usuário da aplicação, ao abrir o aplicativo, poderá visualizar sua localização atual, através da invocação de um método da API, desde que o GPS do dispositivo esteja ativado. Ao mostrar a localização atual, o aplicativo possibilita a ampliação do mapa, para maior visualização de detalhes do local.

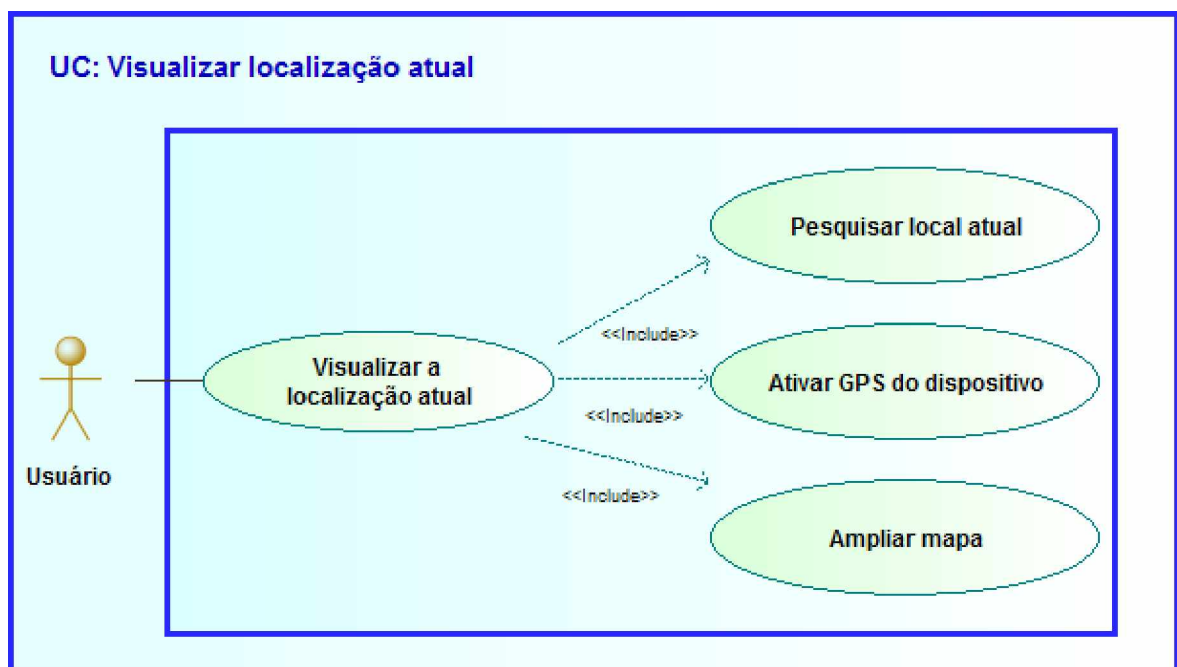


Figura 8 – Visualizar localização atual

4.3.1.1.2 Pesquisar Destino

O Usuário poderá realizar a pesquisa de destino desejado, onde o mesmo pode ser selecionado. Caso o usuário desejar cancelar a busca ou apagar o destino selecionado, estas funções estão disponíveis de forma rápida e facilitada.

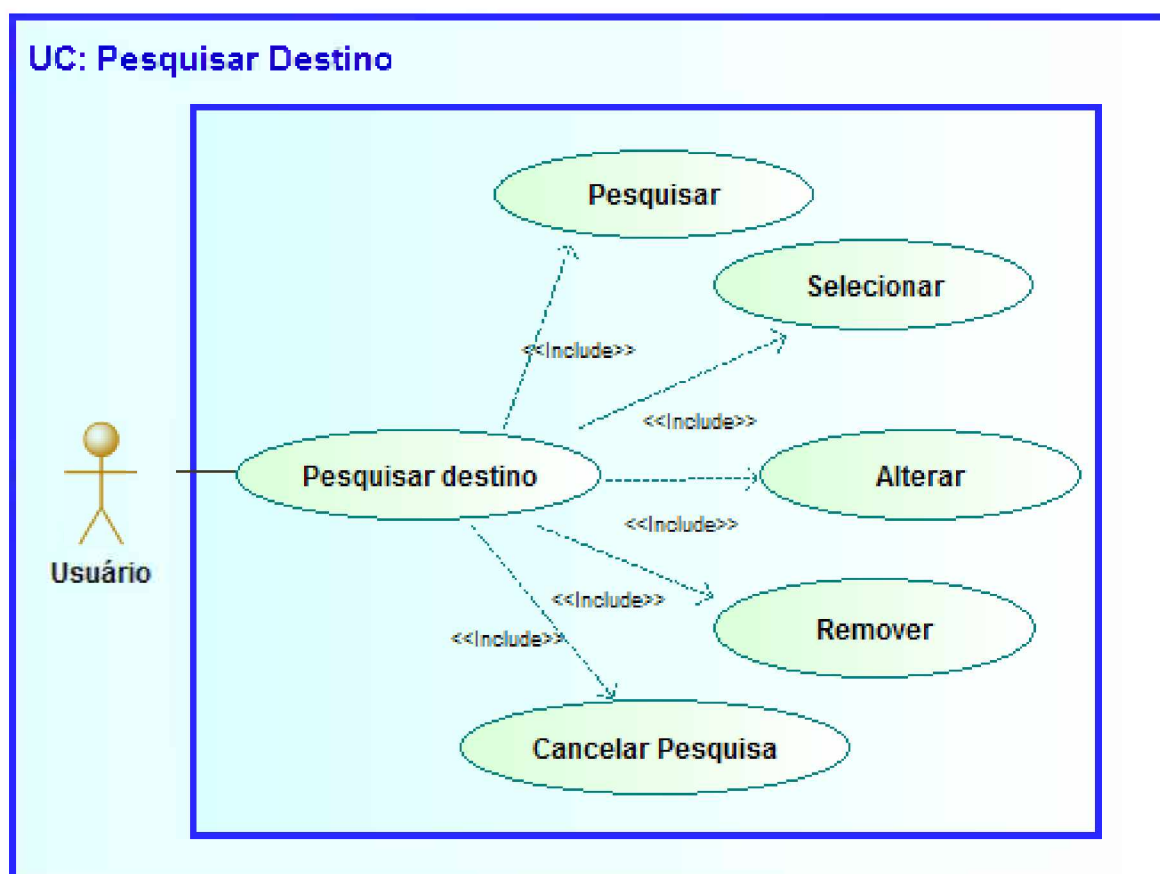


Figura 9 – Pesquisar Destino

4.3.1.1.3 Visualizar Trajeto

Ao selecionar o destino desejado, dados serão processados pela aplicação e o Usuário poderá visualizar o trajeto que irá percorrer até chegar no destino desejado. Caso desejar, o usuário poderá mudar o trajeto que será percorrido.

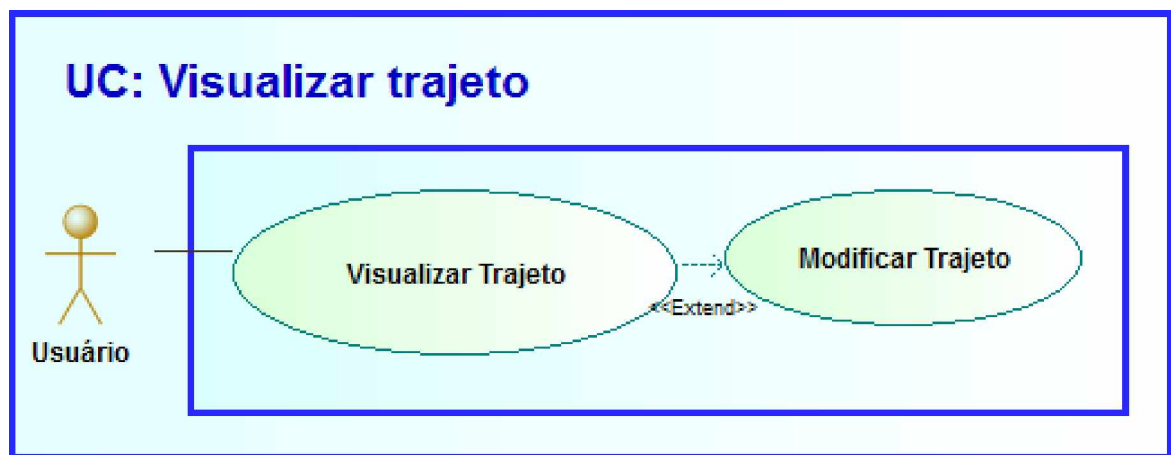


Figura 10 – Visualizar trajeto

4.3.1.1.4 Visualizar o Manual do Usuário

Um manual estará disponível ao Usuário para que, em caso de dúvidas de como o aplicativo funciona e como ele deve ser utilizado, o mesmo possa consultá-lo. Tópicos com descrição sobre as instruções serão disponibilizados e o Usuário poderá também pesquisar por informações relacionadas através de palavras chave do seu interesse.

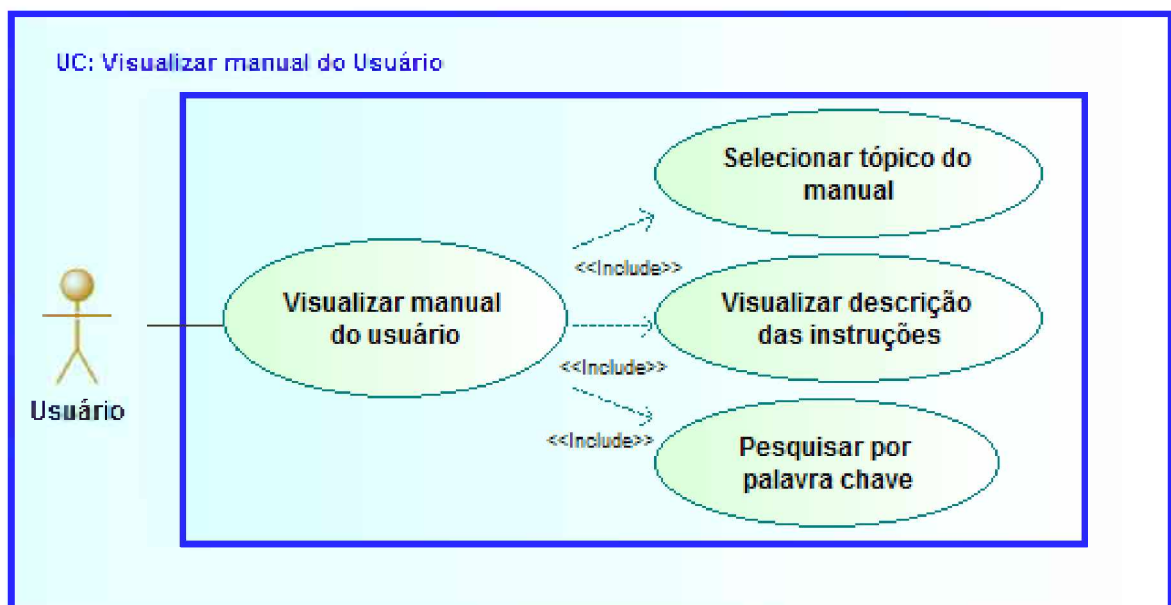


Figura 11 – Visualizar manual do usuario

4.3.1.1.5 Realizar Perguntas à Equipe de Suporte

A funcionalidade de realizar perguntas em caso de dúvidas, estará disponível ao perfil de Usuário. Antes de realizar uma pergunta à equipe de suporte, é aconselhado que ele verifique se a mesma já foi realizada anteriormente, pois as perguntas mais frequentes, serão apresentadas na tela principal da página. O Usuário poderá pesquisar perguntas através de palavras chave. O Usuário também poderá editar a pergunta realizada por ele ou até mesmo remove-la, caso achar necessário.

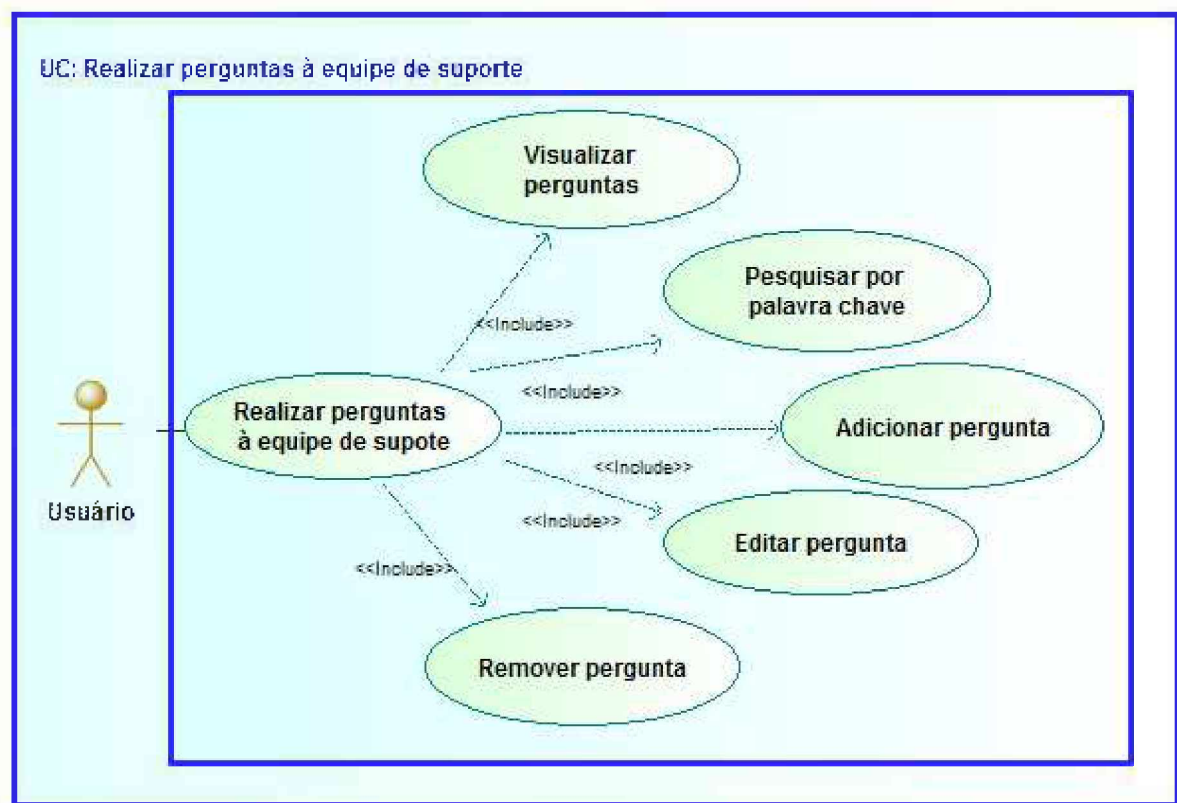


Figura 12 – Realizar perguntas à equipe de suporte

4.3.1.1.6 Avaliar Aplicativo

Após a chegada em seu destino final, aleatoriamente, será solicitado ao Usuário que ele atribua uma nota à aplicação, que poderá variar de 0 à 5 estrelas, sendo que 5 é excelente e 0 é ruim. O usuário também poderá expressar suas opiniões e deixar comentários sobre o que pode ser melhorado na aplicação, de acordo com a experiência vivida por ele.

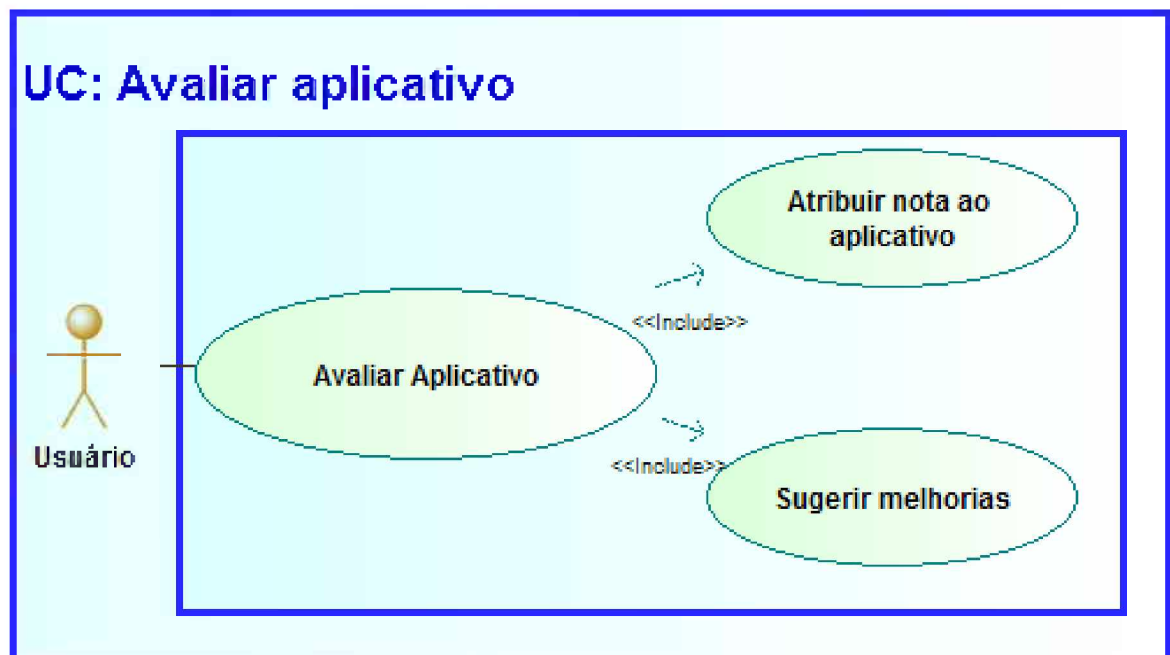


Figura 13 – Avaliar aplicativo

4.3.1.2 Casos de Uso do Perfil Administrador

Nas subseções a seguir, é descrito com maiores detalhes os casos de uso para o perfil Administrador.

4.3.1.2.1 Manter Manual do Usuário

É de responsabilidade do Administrador do aplicativo, manter o manual do usuário do aplicativo sempre atualizado. Sempre que uma nova funcionalidade é adicionada ou modificada, as devidas atualizações no manual do usuário devem ser realizadas.

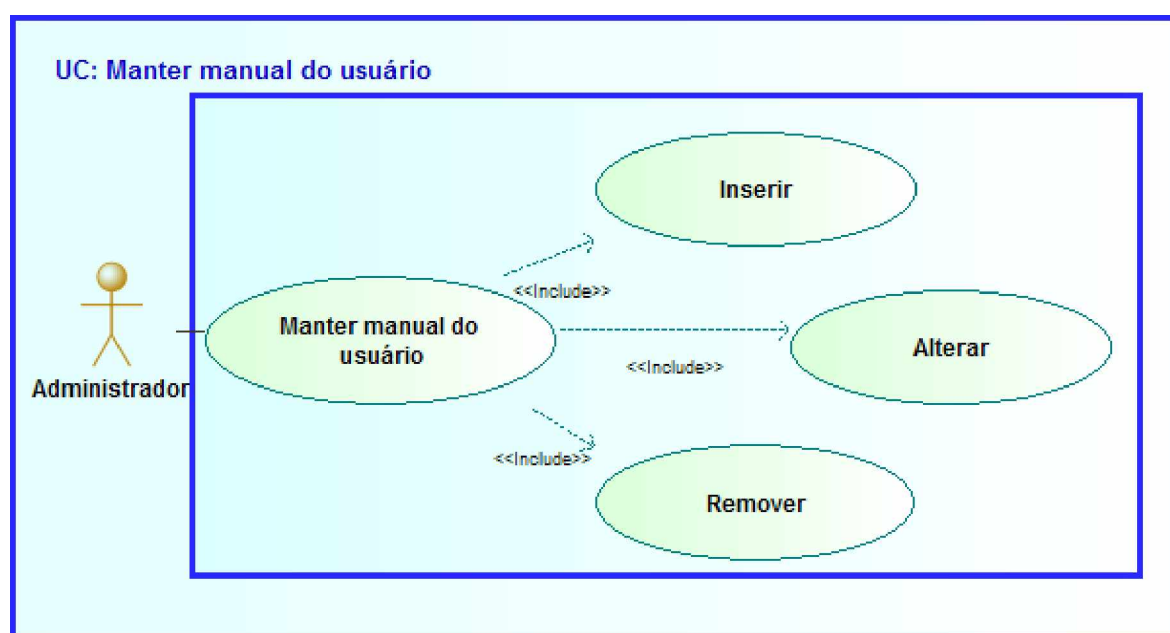


Figura 14 – Caso de uso: manter manual do usuário

4.3.1.2.2 Manter Plantas Baixas

É de responsabilidade do usuário com perfil Administrador manter sempre as plantas baixas atualizadas. Esta manutenção é de extrema importância para o sucesso do aplicativo, pois a consistência das informações providas para o público alvo, depende dessa funcionalidade.

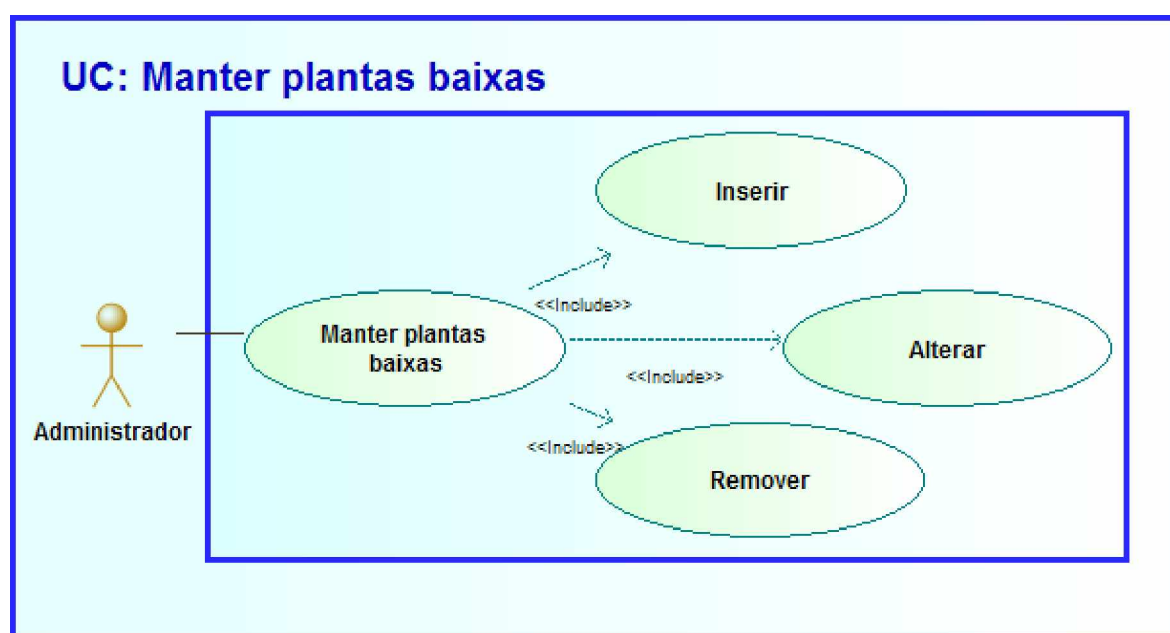


Figura 15 – Caso de uso: manter plantas baixas

4.3.1.2.3 Responder Perguntas de Usuários

Manter um suporte ao usuário com atendimento rápido, objetivo e que sane as respectivas dúvidas, é fundamental para o uso contínuo da aplicação.

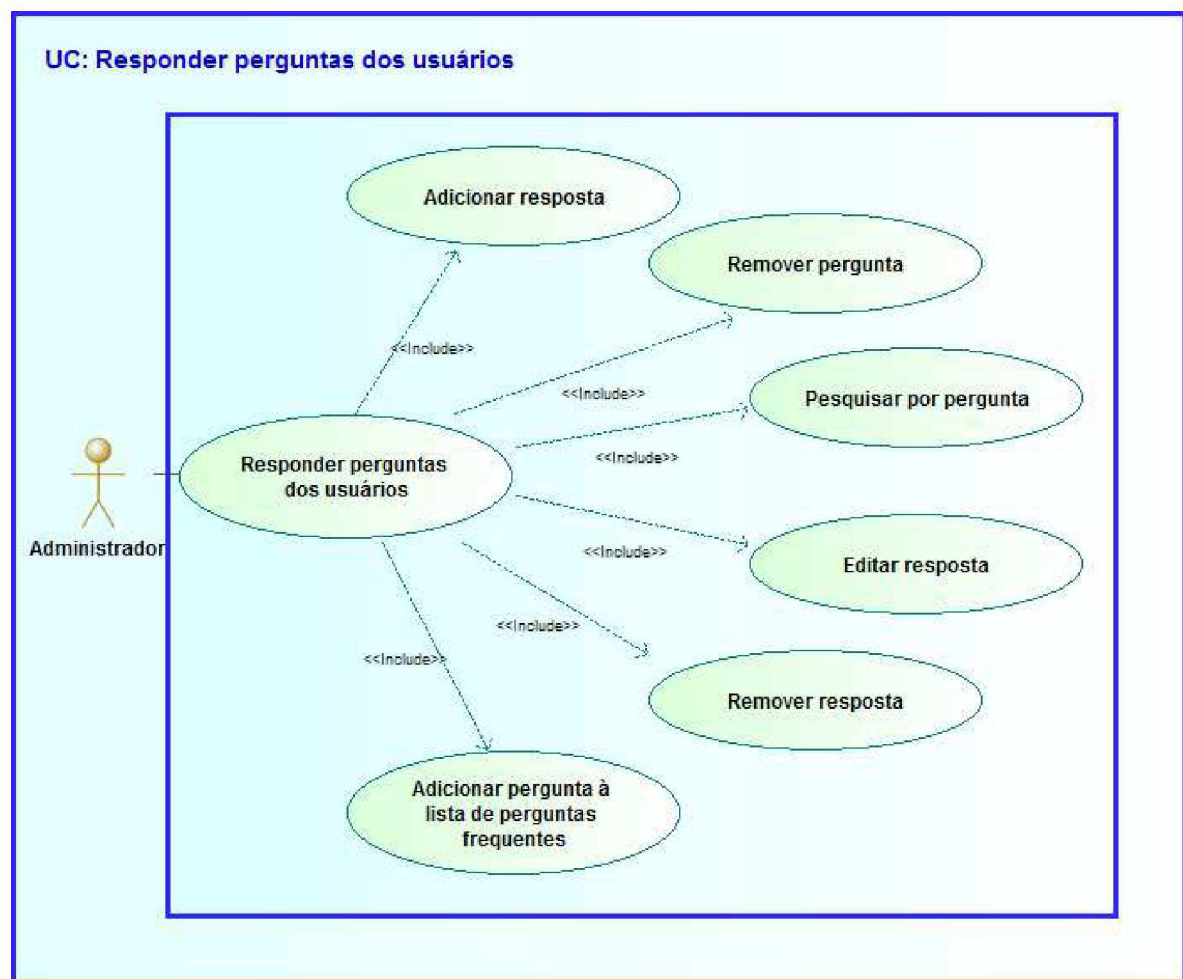


Figura 16 – Caso de uso: responder perguntas de usuários

4.3.1.2.4 Validar Avaliações de Usuários

Conforme descrito na seção 4.3.2.7, será possível ao usuário realizar uma avaliação do aplicativo e enviar uma mensagem para a equipe de desenvolvimento descrevendo sua experiência com o uso do mesmo e sugerindo respectivas melhorias ou modificações que, em sua opinião, são válidas. Cabe ao usuário com perfil Administrador, avaliar as opiniões do usuários e, para o caso de aceitação, planejar possíveis modificações em futuras versões.

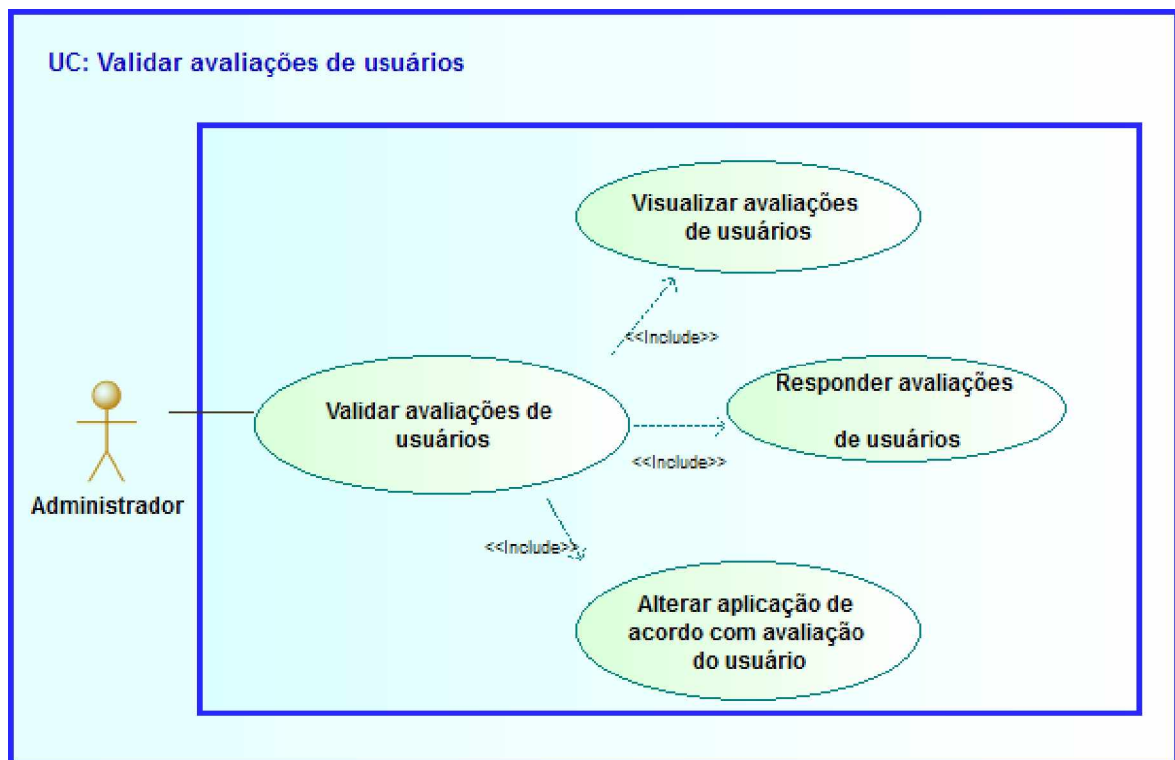


Figura 17 – Caso de uso: validar avaliações de usuários

4.3.2 Desenho de Telas

Através do desenho das telas que o aplicativo será composto, é possível ter uma melhor visão de como o usuário irá interagir com a aplicação e possibilita aos desenvolvedores terem uma noção mais real de como o código da aplicação e seu dinamismo deverá ser desenvolvido.

4.3.2.1 Abertura Inicial

Essa é a tela de abertura inicial do aplicativo, o qual deve conter a logo da instituição.

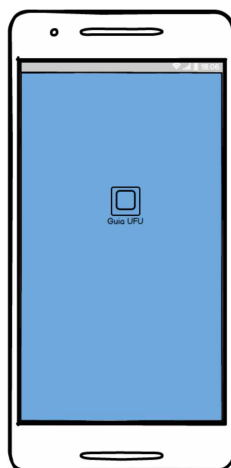


Figura 18 – Abertura Inicial

4.3.2.2 Tela Principal

A tela principal do aplicativo deverá apontar para o local atual onde o usuário se encontra no mapa.

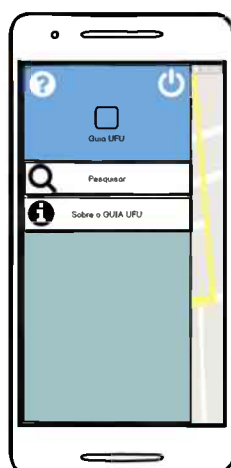


Figura 19 – Tela Principal

4.3.2.3 Menu

O menu do aplicativo deverá ser simples e resumido, de forma que o usuário consiga identificar com facilidade o que ele deseja selecionar. Para o protótipo inicial da aplicação, o menu deverá ser composto de apenas duas opções: "Pesquisar" e "Sobre o GUIA UFU".

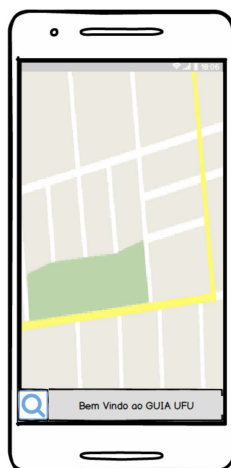


Figura 20 – Menu

4.3.2.4 Tela de Ajuda

Ao clicar no botão do menu "Sobre o GUIA UFU", o usuário será direcionado para a página de ajuda do aplicativo, em que ele terá duas opções disponíveis: "Perguntas Frequentes" e "Como Utilizar". A descrição sobre as telas desse contexto, estão descritas nas seções [4.3.2.4.1](#) e [4.3.2.4.2](#).

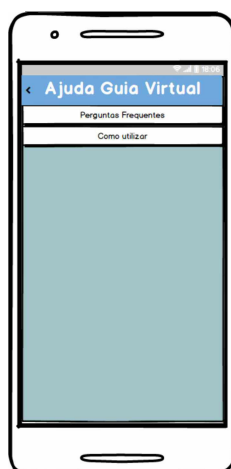


Figura 21 – Ajuda

4.3.2.4.1 Como Utilizar

A tela de "Como Utilizar" é um manual de instruções do aplicativo. Através dela o usuário tem uma descrição completa sobre cada funcionalidade do aplicativo e como utilizá-las.

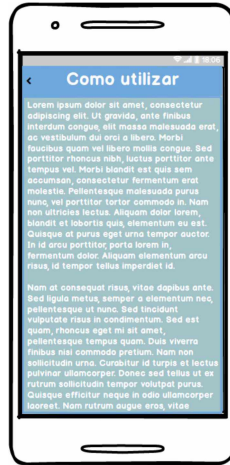


Figura 22 – Tela Como Utilizar

4.3.2.4.2 Tela: Perguntas Frequentes

Essa tela apresentará para o usuário as perguntas mais frequentemente realizadas por todos os usuários do aplicativo à equipe de suporte. Em caso de dúvidas que não estão descritas na tela de "Como Utilizar" do aplicativo, o usuário deverá consultar a tela de "Perguntas Frequentes", antes de realizar uma pergunta à equipe de suporte.

Se o usuário clicar no ícone "+", o mesmo será direcionado para a tela em que ele poderá escrever a pergunta que ele deseja realizar. Uma breve descrição da tela está na seção [4.3.2.6](#).

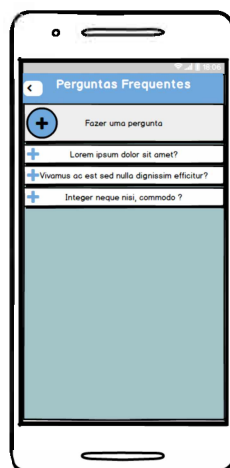


Figura 23 – Tela Perguntas Frequentes

Ao clicar em uma das perguntas que são apresentadas na tela, as respostas referentes à pergunta clicada são apresentadas, conforme mostra a figura [24](#).

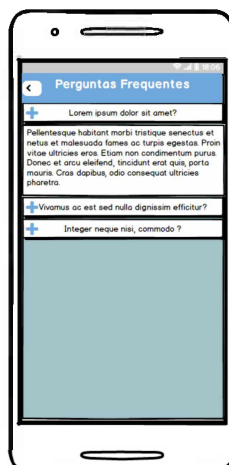


Figura 24 – Resposta da Pergunta

4.3.2.5 Chegada no Destino

Ao chegar no destino desejado, uma janela será apresentada ao usuário. Na janela haverá a pergunta "Você chegou ao seu destino?" e o usuário terá duas respostas possíveis: "Sim" e "Não". Estas respostas serão utilizadas como informações para verificar o que deve ser melhorado em desempenho do aplicativo e posteriores estudos sobre o que pode intervir na precisão de localização do local com latitude e longitude selecionado.

Após esse procedimento, o aplicativo disponibilizará o contexto de avaliação, descrito na seção 4.3.2.7.



Figura 25 – Chegada ao destino final

4.3.2.6 Fazer Uma Pergunta

Quando o usuário clica no ícone "+" descrito na figura 23, a tela que possibilita a ação de digitar a pergunta e enviar para a equipe de suporte é apresentada, como mostra

a figura 26. Uma confirmação de que a pergunta foi enviada com sucesso, é apresentada na tela do usuário, conforme a figura 27

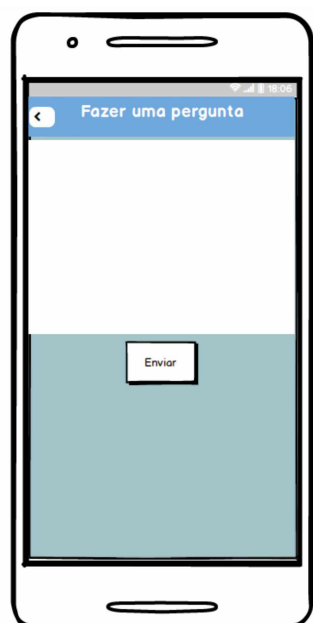


Figura 26 – Fazer uma pergunta

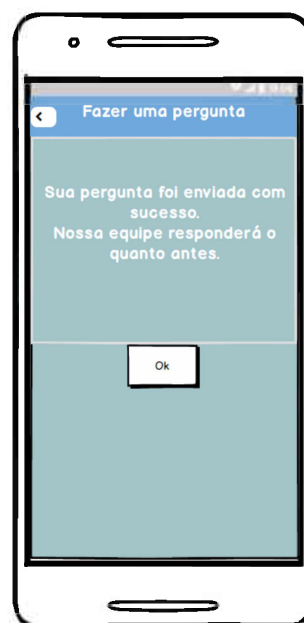


Figura 27 – Confirmação de envio

4.3.2.7 Avaliação do Aplicativo

No contexto de avaliação do aplicativo, deverá haver três telas.

A tela representada pela figura 28 mostra o modelo de pontuação que será utilizado para o usuário avaliar o aplicativo. São 5 estrelas, sendo que, uma estrela é para o usuário que não gostou da aplicação e cinco estrelas representa que o usuário achou a aplicação excelente e bastante útil. A tela deverá ser apresentada quando o usuário chegar ao seu destino final

O usuário também poderá opinar sobre melhorias que, na opinião dele, devem ser realizadas no aplicativo. A tela representada pela figura 29 apresenta uma noção de como o usuário poderá enviar sua opinião. A tela deverá ser visualizada, somente após o usuário atribuir a pontuação ao aplicativo. Ao enviar sua opinião, a tela representada na figura 30 deverá ser visualizada.

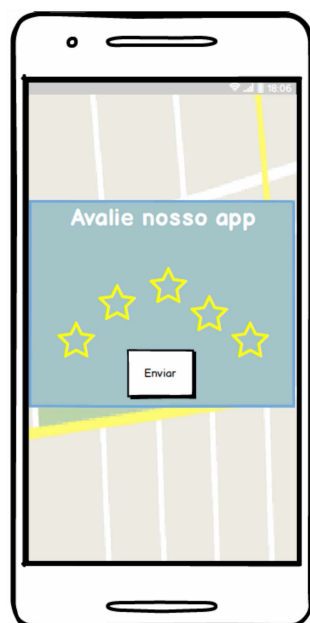


Figura 28 – Avaliação modelo estrela



Figura 29 – Opinião do usuário



Figura 30 – Confirmação de envio da avaliação

4.4 Implementação

Em um primeiro momento o objetivo desse trabalho é realização da pesquisa sobre as ferramentas disponíveis no mercado e funcionamento das APIs de IPS disponíveis, o desempenho na principal plataforma para telefones móveis disponível no mercado, a análise do custo para manter a aplicação em execução e disponível para a comunidade e a facilidade de atualização e manutenção.

É fato que existe uma infinidade de soluções disponíveis para o problema, algumas

com maior precisão e que utilizam de recursos de dispositivos e equipamentos extra e outras com menor precisão, mas que também podem solucionar um grande percentual do problema em um primeiro momento.

O custo para desenvolvimento desse trabalho é limitado, sendo necessário a utilização de recursos de código aberto e que aceite o maior número de usuários possível sem-custos adicionais.

4.4.1 Aplicativo

O protótipo do aplicativo Guia UFU, foi desenvolvido para plataforma Android utilizando-se do ambiente de desenvolvimento integrado Android Studio, visando desempenho e alcance do maior número de usuários através da escolha do código de uma plataforma específica. A figura 32, retirada da página ([ANDROID, 2017a](#)) apresenta um gráfico que fornece dados sobre o número relativo de dispositivos com determinada versão da plataforma Android.

Version	Codename	API	Distribution
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	0.7%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0.7%
4.1.x	Jelly Bean	16	2.8%
4.2.x		17	4.1%
4.3		18	1.2%
4.4	KitKat	19	17.1%
5.0	Lollipop	21	7.8%
5.1		22	22.3%
6.0	Marshmallow	23	31.8%
7.0	Nougat	24	10.6%
7.1		25	0.9%

Figura 31 – Tabela: divisão das versões Android ([ANDROID, 2017a](#))

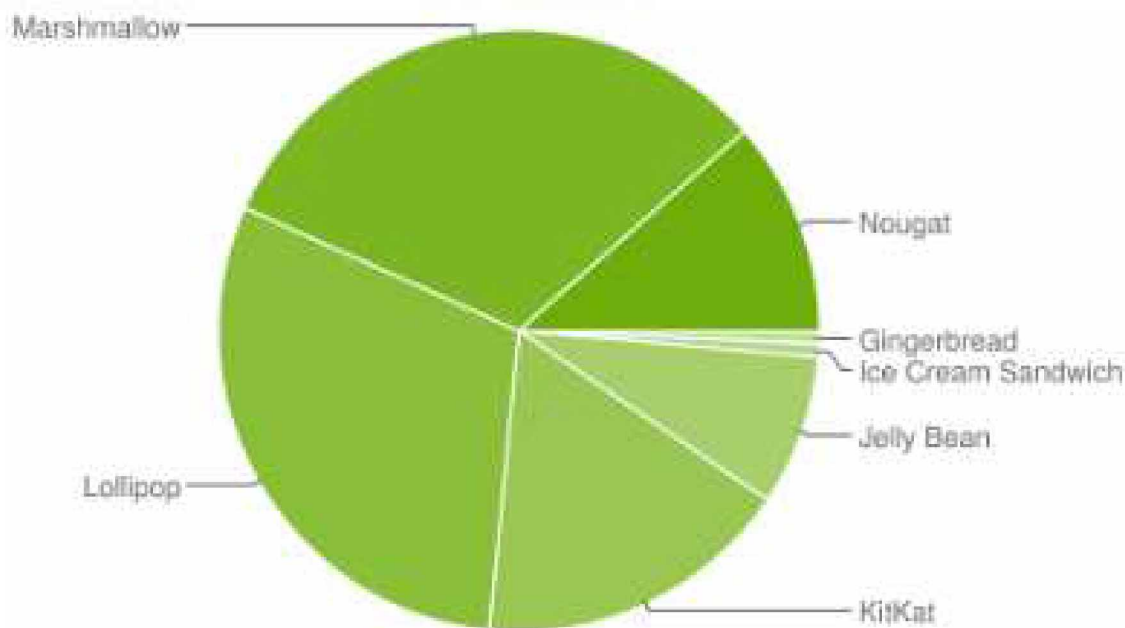


Figura 32 – Gráfico: divisão das versões Android (ANDROID, 2017a)

Com base nos dados fornecidos pela tabela 31, decidiu-se desenvolver o aplicativo para sistemas Android com versão a partir da 4.0 com API 25, versionamento que possibilita que o aplicativo seja executada em uma grande quantidade de dispositivos Android.

4.4.1.1 Google Maps API

Conforme descrito no início desta seção, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de um aplicativo que contribuisse para auxiliar a comunidade a encontrar locais e tivesse o menor custo possível para implementação.

Algumas APIs foram pesquisadas, como Indoor Atlas e AnyPlace Indoor Service para conhecer seu funcionamento. Basicamente, o funcionamento destas APIs é baseado na sobreposição de plantas de API de mapas onde são adicionados pontos de interesse que são submetidos à uma latitude e longitude.

Para utilização da API Indoor Atlas e todos os seus recursos, foi necessário a aquisição de um dos smartphones com giroscópio e magnetômetro homologados pela empresa detentora da API para realização do mapeamento do local desejado, o que dificulta a atualização das plantas do aplicativo, quando necessário. A lista de smartphones homologados pode ser encontrada no site da empresa.

Um caso de sucesso foi citado pelo professor André Márcio Curvello em uma apresentação realizada na QCon São Paulo 2016 utilizando-se da API AnyPlace desenvolvido por pesquisadores e estudantes do Data Management Systems Laboratory (DMSL), depar-

tamento de informática da Universidade de Chipre ([ANYPLACE, 2017](#)). A API utiliza-se da metodologia de posicionamento através de pontos Wi-fi com mensuração de sinal RSSI (Received Signal Strength Indicator), que mede a força do sinal recebido. No entanto, o dispositivo que utiliza a API, deve ter suporte para mensuração desse tipo de sinal e no ambiente em que o aplicativo será introduzido, o controle de pontos de acesso sem fio é controlado somente por colaboradores autorizados e com vínculo empregatício na instituição. A aquisição de equipamentos para esse caso seria inviável.

Outras soluções também foram pesquisadas e seu funcionamento é semelhante às citas, sendo que algumas necessitavam até mesmo da disponibilidade de um servidor Linux para utilização das mesmas, o que acarretaria em custos para a disponibilização de uma aplicação gratuita.

O Google tem inovado bastante na acessibilidade à novos recursos de mapas com sua API versão 3. A personalização de mapas é uma das características disponibilizadas na API Google Maps, onde o usuário consegue adicionar um marcador no mapa em uma latitude e longitude específica. A API se mostrou bastante viável para os objetivos e funcionalidades descritos para esta aplicação nos quesitos de custos e facilidade de uso para desenvolvimento.

Para utilizar a API Google Maps, é necessário seguir alguns passos, os quais são descritos na documentação disponível no site da Google Maps ([GOOGLE... , 2017](#)): Instalar o SDK do Google Play Services: esse procedimento é realizado através da adição do pacote do Google Play Services à IDE utilizada;

1. **Gerar uma chave de acesso aos servidores do Google Maps:** o procedimento é realizado através do registro do projeto no portal da Google API. Após gerar a chave, é necessário registrar o projeto no site da Google API Console e obter um certificado de assinatura para o aplicativo registrado. O acesso ao recurso é gratuito até uma certa quantidade de requisições de acesso.
2. **Adicionar a chave gerada ao projeto:** volte à IDE de desenvolvimento utilizada e insira a chave gerada no projeto. Para o caso da IDE Android Studio, a chave deve ser inserida no elemento `<string>` do arquivo `googlemapsapi.xml`.
3. **Adicionar um mapa ao aplicativo:** ao adicionar um mapa à aplicação, quando o código é compilado, se o mapa do Google é apresentado no local adicionado pelo desenvolvedor, significa que a API foi adicionada ao projeto com sucesso.

Esse projeto exige a adição de algumas permissões ao arquivo `AndroidManifest.xml`. Um trecho do código inserido nesse arquivo é mostrado na figura 33 seguir:

```

5      <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
6      <uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
7      <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
8
9      <uses-permission
10         android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE"
11         android:maxSdkVersion="22" />
12      <uses-permission
13         android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE"
14         android:maxSdkVersion="22" />
15
16
17      <application
18         android:allowBackup="true"
19         android:icon="@mipmap/ic_launcher"
20         android:label="Guia UFU"
21         android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
22         android:supportRtl="true"
23         android:theme="@style/AppTheme">
24         <activity
25            android:name=".MainActivity"
26            android:label="Guia UFU"
27            android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
28             <intent-filter>
29                 <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

```

Figura 33 – Trecho de código presente no arquivo AndroidManifest.xml

- **ACCESS FINE LOCATION:** o aplicativo necessita acessar a localização do usuário. É necessário solicitar permissão adicionando a permissão de localização do Android relevante ao aplicativo. Para o caso desse projeto, foi utilizado `android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION`, pois essa propriedade permite que a API determine a localização mais precisa possível usando os provedores de localização disponíveis, incluindo sistema de posicionamento global (GPS), Wi-Fi e dados celulares móveis;
- **INTERNET:** para realizar operações que envolvem rede na aplicação, o arquivo `AndroidManifest.xml` deve ter a permissão `"android.permission.INTERNET"`;

A chave da API Google Maps também foi inserida no arquivo `AndroidManifest.xml`, conforme a figura 34.

```

43
44      <meta-data
45         android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
46         android:value="AIzaSyAU1Rw15Zpn-L3vukbS_afZptly3j1jn54" />
47

```

Figura 34 – Inserção da chave da API Google Maps no arquivo AndroidManifest.xml

4.4.1.2 Activities

Uma das classes mais importantes na construção de aplicativos Android é a classe Activity, responsável pelo controle de eventos da tela e definição View irá desenhar a interface gráfica do usuário (LECHETA, 2013). No desenvolvimento do protótipo desse projeto, foram construídas algumas Activities. Partes de uma dela é descrita na sequência.

O trecho de código da figura 35 da classe MainActivity, apresenta como é realizada a adição de um novo marcador no mapa, após o usuário escolher por um destino.

```
MainActivity
130
131
132
133  @Override
134  public void onMapReady(GoogleMap mMap) {
135      LatLng biblioteca = new LatLng(lat, lon);
136      mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(biblioteca).title("Biblioteca UFU - Bloco 3C"));
137      mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(biblioteca));
138      mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLngZoom(biblioteca, 19));
```

Figura 35 – Adição de um novo marcador ao mapa

A interface gráfica de aplicativos Android desenvolvidos em linguagem nativa, é construída com o uso da linguagem de marcação XML. O trecho de código que é responsável pela construção da tela de mapa é mostrado na figura 36

```
android.support.design.widget.CoordinatorLayout | FrameLayout | fragment
25  xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
26  xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
27  android:orientation="vertical"
28  android:layout_width="match_parent"
29  android:layout_height="match_parent"
30  tools:context="net.datatecnologia.guiavirtual.guiafu.MainActivity">
31
32  <fragment xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
33          xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
34          android:id="@+id/map"
35          android:name="com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment"
36          android:layout_width="match_parent"
37          android:layout_height="match_parent"
38          tools:context="net.datatecnologia.guiavirtual.guiafu.MapFragment"/>
39
40  <android.support.design.widget.FloatingActionButton
41      android:id="@+id/fabPosition"
42      android:layout_width="wrap_content"
43      android:layout_height="wrap_content"
44      android:layout_gravity="bottom|center"
45      android:layout_margin="16dp"
46      app:srcCompat="@android:drawable/ic_menu_mylocation" />
47
```

Figura 36 – Trecho de código XML da interface de mapa

4.4.1.3 Interface Gráfica do Usuário

Nessa seção do capítulo, serão apresentadas as principais telas do aplicativo Guia UFU. A descrição detalhada sobre a funcionalidade das mesmas está descrita na seção 4.3.2 de Desenhos de Telas. Algumas características foram modificadas com objetivo de se ter uma maior agilidade no desenvolvimento do aplicativo devido à curva de aprendizado com a ferramenta e linguagem de marcação de texto padrão utilizada pela API Android.

4.4.1.3.1 Menu Principal

A tela de Menu concede acesso às principais funcionalidades do aplicativo.



Figura 37 – Menu principal do aplicativo

4.4.1.3.2 Tela Principal do Aplicativo Guia UFU

A tela principal do aplicativo é carregada após a abertura do mesmo. Nesta tela é apresentada a localização atual do usuário do aplicativo.

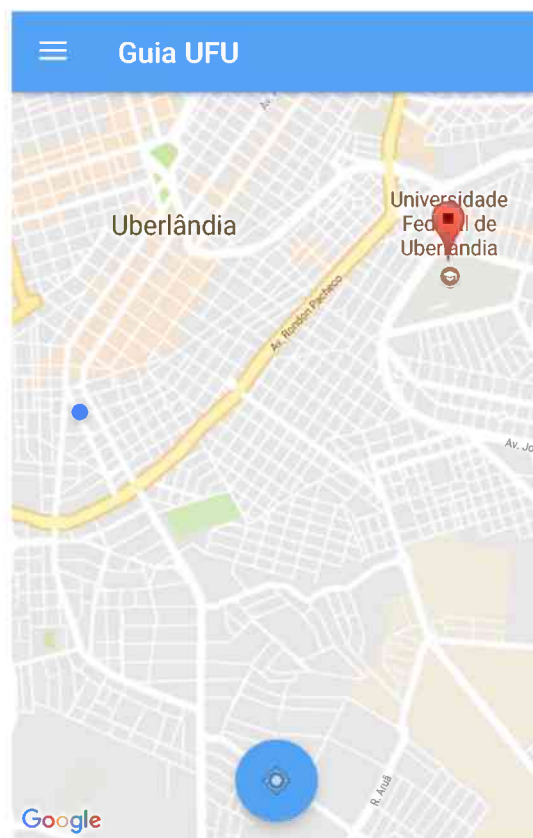


Figura 38 – Tela principal do aplicativo

4.4.1.3.3 Tela: Sobre o Guia UFU

Na tela "Sobre o Guia UFU" foram inseridos dois botões que concedem acesso à dois recursos de ajuda da aplicação: "Perguntas Frequentes" e "Como Utilizar"



Figura 39 – Tela sobre o Guia UFU

4.4.1.3.4 Tela: Perguntas Frequentes

Na tela perguntas frequentes são visualizados as perguntas mais frequentemente realizadas por usuários do aplicativo e que foram selecionadas pelo administrador para servirem de direcionamento para dúvidas do usuário.

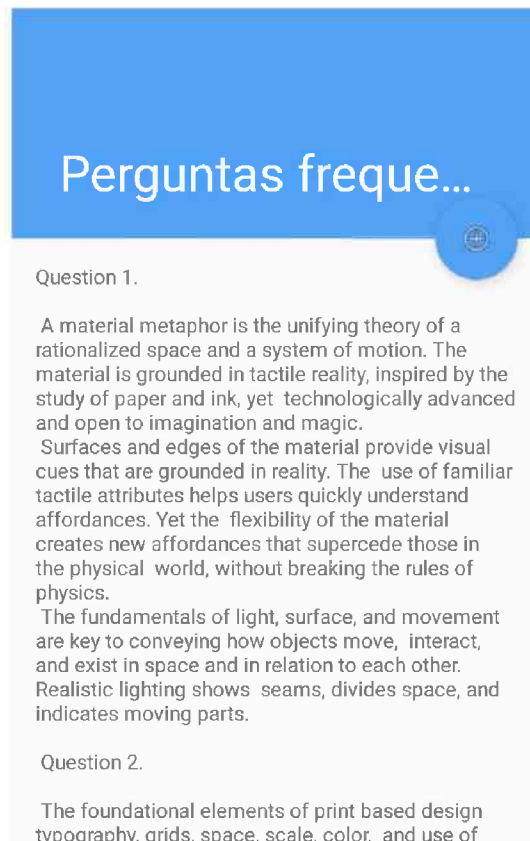


Figura 40 – Tela: perguntas frequentes

Ainda nesse contexto de pergunta, o usuário pode realizar uma pergunta tocando no botão "+" disponível no canto superior direito da tela, conforme mostra a figura ??

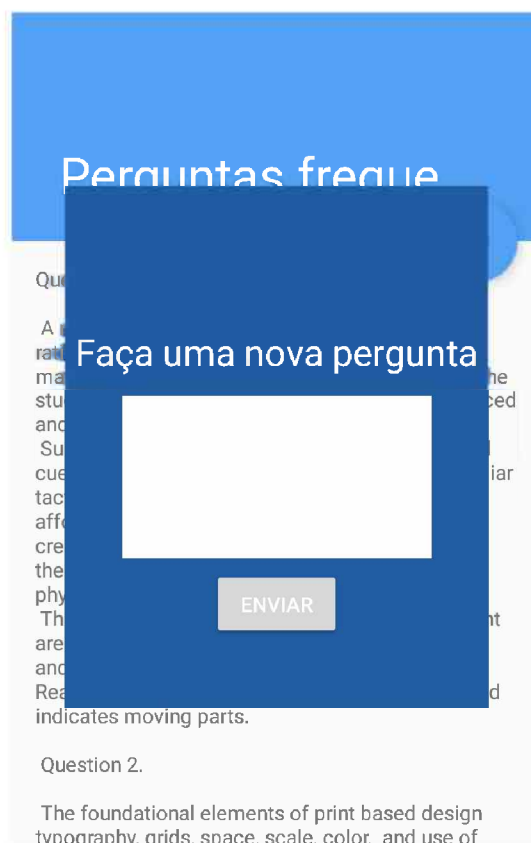


Figura 41 – Tela: fazer uma pergunta

4.4.1.3.5 Tela: Como Utilizar o Guia UFU

Nesta tela fica disponível o manual do usuário da aplicação que guia com maiores detalhes como utilizá-la.

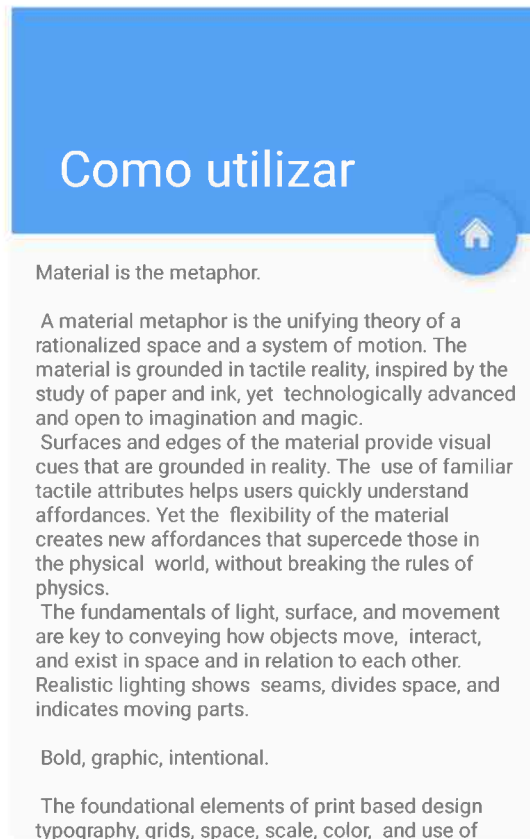


Figura 42 – Tela como utilizar o aplicativo

4.4.1.3.6 Tela: Destino Final

Ao chegar no destino desejado, conforme requisito descrito na seção de desenhos de telas, uma nova janela se abre, onde o usuário poderá realizar a avaliação do aplicativo. Essa avaliação poderá ser utilizada para os fins descritos com maiores detalhes na seção [4.3.2.7](#).

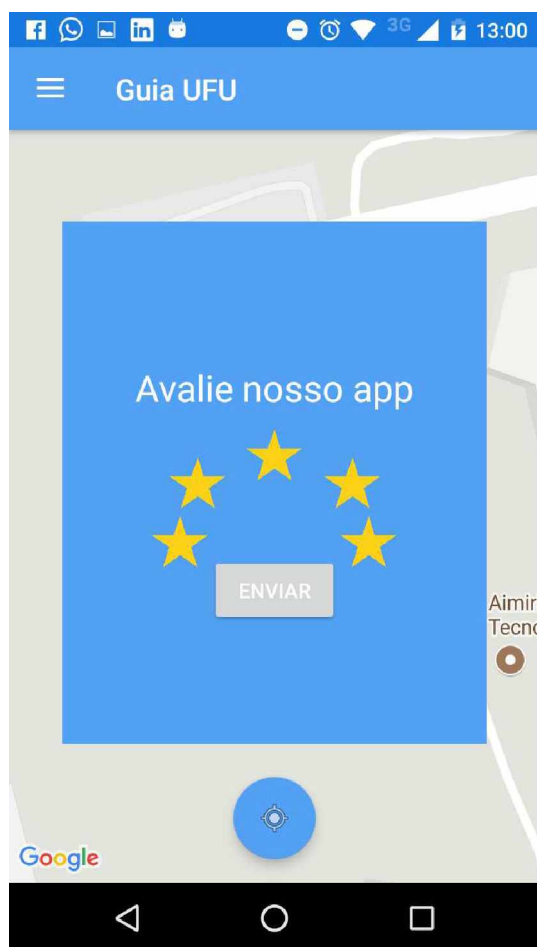


Figura 43 – Tela: avaliação do aplicativo

Ainda nesse mesmo contexto, o usuário poderá enviar para a equipe de suporte sua opinião descrevendo os principais pontos positivos ou negativos e o que pode ser melhorado. A tela referente a essa funcionalidade é mostrada na figura [44](#)



Figura 44 – Tela: enviar opiniao do aplicativo

Após o envio da mensagem, uma janela de alerta é mostrada, informando se a mensagem foi enviada com sucesso ou não.

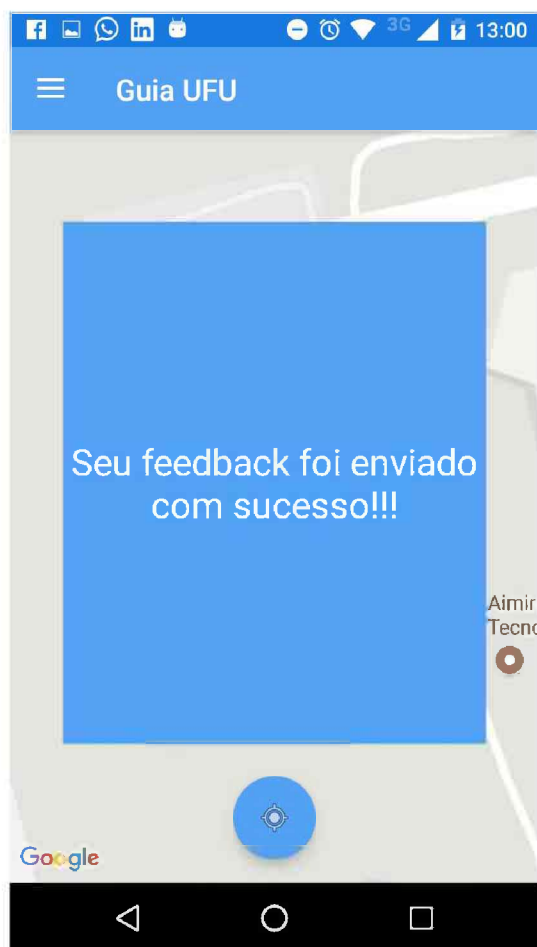


Figura 45 – Tela: mensagem enviada com sucesso.

4.4.1.3.7 Tela: Alerta de Destino Final

Ao chegar ao destino desejado, uma janela de confirmação é visualizada pelo usuário. Os dados dessa resposta serão utilizado para estudos de melhorias de precisão no aplicativo, conforme descrito na seção [4.3.2.7](#) de desenhos de telas.

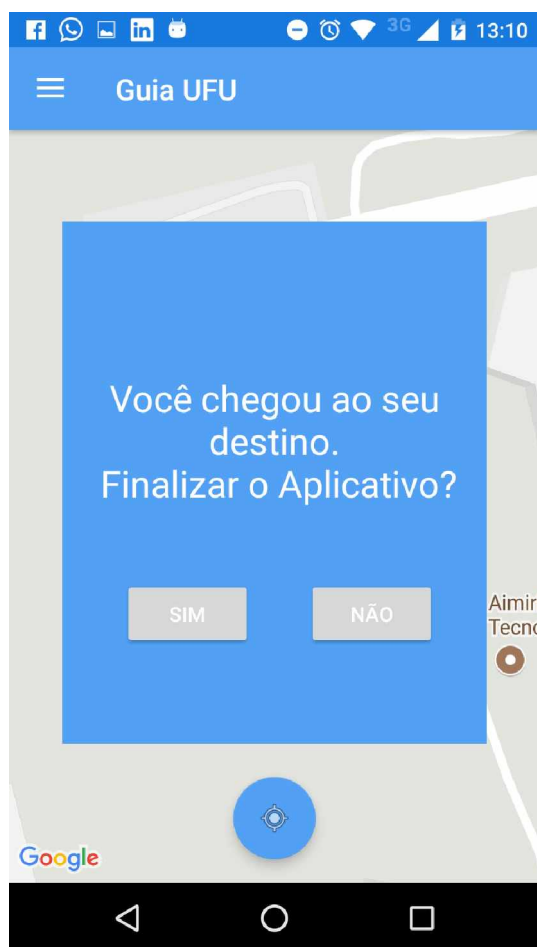


Figura 46 – Tela: alerta de chegada ao destino desejado

Conclusão

4.5 Considerações Finais

Esse trabalho apresentou o aplicativo Android com recurso de geoposicionamento para localização de pontos de interesse no interior do campus da Universidade Federal de Uberlândia, o qual baseia-se em premissas de posicionamento no interior de construções. A aplicação possibilita a usuário terem uma maior precisão e segurança ao procurarem por locais no interior da instituição de forma rápida e fácil.

Os resultados obtidos, com a pesquisa e desenvolvimento do aplicativo, apesar de satisfatórios mostram que a tecnologia ainda tem alguns tópicos a serem amadurecidos com novos estudos, no que diz respeito a custos, facilidade de implementação, manutenção e precisão de localização geográfica.

4.6 Contribuições

Como principais contribuições decorrentes nesse trabalho, podem-se destacar:

- A obtenção de um eficiente aplicativo para auxílio à comunidade à encontrar locais específicos no interior do campus da referida universidade;
- Conhecimentos sobre a tecnologia de GPS e IPS e suas atuais limitações;
- Uma visão sobre o que ainda pode ser melhorado no contexto de tecnologias de posicionamento no interior de construções;
- A análise através da utilização de algumas ferramentas e tecnologias disponíveis com código aberto e código proprietário e suas limitações;
- O funcionamento básico de algumas tecnologias disponíveis no mercado;
- Algumas áreas onde a tecnologia de IPS pode ser aplicada.

4.7 Limitações

Dentre as principais limitações desse trabalho, podemos destacar a precisão de informações devido a limitações de custo e tecnologia, pois ao utilizar o aplicativo em construções prediais que possuem mais de um pavimento, se o local de destino do usuário está fixado em andares acima do térreo, a precisão na localização dentro da construção

é relativamente perdida, levando o usuário à deduzir somente que o local desejado está dentro da construção. Para maior precisão desejada, é aconselhado o uso de ao menos equipamentos com tecnologia *wireless* ou infravermelho, onde consegue-se medir a intensidade média do sinal provido pelo dispositivo.

Esse projeto consegue cumprir o auxílio prometido ao usuário, mas devido à limitações de custos de projeto, a precisão desejada na concepção deixa um pouco a desejar, devido à ausência de dispositivos para tal finalidade como equipamentos Wi-Fi. Até o momento, precisão relacionada à altura em que um indivíduo com GPS encontra-se, só pode ser calculada através de dispositivos Wi-Fi e infravermelho disponíveis dentro de construções prediais.

4.8 Trabalhos Futuros

O protótipo inicial apresentado desse aplicativo proporcionou prioridade máxima aos requisitos classificados como essenciais em sua primeira versão, constituindo alguns requisitos classificados como desejáveis para versões posteriores. Paralelamente ao desenvolvimento dessa pesquisa, algumas questões foram levantadas para melhorias do desempenho da tecnologia proposta. Entretanto, essas questões não foram abordadas no escopo dessa pesquisa, constituindo assuntos para trabalhos futuros. A seguir são listadas as questões levantadas que se tornarão trabalhos futuros:

- Implementação do aplicativo com mensuração de intensidade de sinal RSSI provido por dispositivo *wireless*;
- Incorporação de metodologias de inteligência artificial, com objetivo de proporcionar experiências criativas ao usuário de acordo com o contexto em que o mesmo encontra-se;
- Implementação do perfil Administrador, com manutenção facilitada;
- Implementação de requisitos classificados como desejáveis;
- Continuação de pesquisas e testes de outras soluções disponíveis.

Referências

- AMERICA, N. A. of Engineering of the United States of. *Memorial Tributes*. [S.l.]: National Academy of Engineering of the United States of America, 2008. Citado na página 13.
- ANDERSON, J. *The icon of modern art puts Estimote beacons on display*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://blog.estimote.com/post/157200820650/the-icon-of-modern-art-puts-estimote-beacons-on>>. Citado na página 26.
- ANDROID. *Versões da plataforma*. 2017. Disponível em: <<https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>>. Citado 3 vezes nas páginas 7, 55 e 56.
- ANDROID, D. Arquitetura da plataforma. 2017. Disponível em: <<https://developer.android.com/guide/platform/index.html?hl=pt-br>>. Citado 3 vezes nas páginas 7, 22 e 24.
- ANYPLACE. *Anyplace: A free and open Indoor Navigation Service with superb accuracy!* 2017. Disponível em: <<https://anyplace.cs.ucy.ac.cy/>>. Citado na página 57.
- BERNARDI, P. M. B. L. J. V. E. Aplicação do sistema de posicionamento global (gps) na coleta de dados. 2002. Citado na página 16.
- CAMPI, M. *As principais aquisições da Apple em 2013*. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/10-aquisicoes-feitas-pela-apple-em-2013/>>. Citado na página 25.
- CHEN, S. Z. Y.; FARRELL, F. J. A. Computationally efficient carrier integer ambiguity resolution in multiepoch gps/ins: A common-position-shift approach. *IEEE*, 2016. Citado na página 13.
- COMPUTERWORLD. *Director do Fraunhofer Portugal distinguido por GPS para interiores*. [S.l.], 2012. Disponível em: <<https://www.computerworld.com.pt/2012/11/08/director-do-fraunhofer-portugal-distinguido-por-gps-para-interiores/>>. Citado na página 26.
- CUGNASCA, P. D. S. M. P. e P. D. C. E. Sistema de posicionamento global (gps) e o turismo. *USP*, 1998. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rta/article/view/63441/66184>>. Citado na página 16.
- CURVELLO, A. Localização indoor com redes de beacons inteligentes. In: *QConSP 2016*. [S.l.: s.n.], 2016. Citado na página 13.
- DINCER, B. U. A. *Google Maps JavaScript API Cookbook*. [S.l.]: 2013, 2013. Citado na página 23.
- DOVIS RICCARDO LESCA, D. M. G. B. G. G. F. An assisted high-sensitivity acquisition technique for gps indoor positioning. *2008 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium*, 2008. Citado na página 18.

- DUQUE, J. *FC Barcelona builds smart spaces in Camp Nou with beacons*. [S.l.], 2015. Disponível em: <<http://blog.estimote.com/post/132670826675/fc-barcelona-builds-smart-spaces-in-camp-nou-with>>. Citado na página 26.
- DÖNMEZ, I. M. Özçelik . M. Y. A wi-fi fingerprinting-based indoor localization approach: M-weighted position estimation (m-wpe). *2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2017. Citado na página 18.
- ELBAHHAR B. FALL, A. R. M. H. F.; ELASSALI, R. Indoor positioning system based on the ultra wide band for transport applications, new approach of indoor and outdoor localization systems. DOI: 10.5772/50017, 2012. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/books/new-approach-of-indoor-and-outdoor-localization-systems/indoor-positioning-system-based-on-the-ultra-wide-band-for-transport-applications>>. Citado na página 18.
- EMPSON, R. *Apple Acquires Indoor GPS Startup WiFiSlam For 20M*. 2013. Disponível em: <<https://techcrunch.com/2013/03/24/apple-acquires-indoor-gps-startup-wifislam-for-20m/>>. Citado na página 25.
- GOOGLE. *MELHORE SEU APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS OU SITE*. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/maps/about/partners/indoormaps/>>. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 25.
- GOOGLE Maps API. 2017. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/start?hl=pt-br>>. Citado na página 57.
- GÜNAL, S. B. K. . A. Y. . S. A hybrid fingerprint based indoor positioning with extreme learning machine. *2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2017. Citado na página 18.
- HASHIZUME AYUMU KANEKO, Y. S. H. Fast and accurate positioning technique using ultrasonic phase accordance method. *TENCON 2005 2005 IEEE Region 10*, 2005. Citado na página 18.
- IDC. *Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker®*. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>>. Citado 3 vezes nas páginas 7, 19 e 20.
- KOYUNCU, S. H. Y. H. A survey of indoor positioning and object locating systems. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, VOL.10 No.5,, 2010. Citado na página 19.
- LATIF R. TARIQ, W. H. S. Indoor positioning system using ultrasonics. *Applied Sciences and Technology (IBCAST), 2012 9th International Bhurban Conference on Applied Sciences & Technology (IBCAST)*, 2012. Citado na página 18.
- LECHETA, R. R. *Google Android - Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com Android SDK*. [S.l.: s.n.], 2013. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 59.
- MARKETS; MARKETS. *Indoor Location Market by Component (Technology, Software Tools, and Services), Application, End User (Transportation, Hospitality, Entertainment, Shopping, and Public Buildings), and Region - Global Forecast to 2021*. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/indoor-location.asp>>. Citado na página 24.

- MCCLENDON, B. *A new frontier for Google Maps: mapping the indoors*. [S.l.], 2011. Disponível em: <<https://googleblog.blogspot.com.br/2011/11/new-frontier-for-google-maps-mapping.html>>. Citado na página 24.
- O'CONNOR, A. Ivan getting, 91, a developer of global positioning system. *The New York Times*, 2003. Citado na página 13.
- OGLIARI, R. Google maps geolocation with cellid and wifi. *ISSU*, 2015. Citado na página 13.
- OHA. *Open Handset Alliance*. 2017. Disponível em: <<https://www.openhandsetalliance.com>>. Citado na página 19.
- PACE GERALD P. FROST, I. L. D. R. F. D. F. D. W. M. M. P. S. *The Global Positioning System - Assessing National Policies*. [S.l.]: 1995 by RAND, 1995. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- PRESSMAN, R. S. *Software Engineering - A Practitioner's Approach - Seventh Edition*. [S.l.]: McGraw-Hill, a business unit of The McGraw-Hill Companies, Inc., 2010. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 38.
- PRIYANTHA ANIT CHAKRABORTY, H. B. N. B. The cricket location-support system. *ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (ACM MOBICOM), Boston, MA, August 2000*, 2000. Citado na página 18.
- PROGRI, I. F. Wireless-enabled gps indoor geolocation system. *Position Location and Navigation Symposium (PLANS), 2010 IEEE/ION*, 2010. Citado na página 18.
- SCHUTZBERG, A. Ten things you need to know about indoor positioning. *Directions Magazine*, 2013. Disponível em: <<http://www.directionsmag.com/entry/10-things-you-need-to-know-about-indoor-positioning/324602>>. Citado na página 17.
- SEEBER, G. *Satellite geodesy : foundations, methods, and applications*. [S.l.]: 2003, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 17.
- SERVICE, P. S. *Hamad International Airport launches mobile app with iBeacon features*. [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.passengerselfservice.com/2016/03/hamad/>>. Citado na página 27.
- SLY, J. *Getting around with Google Maps: A programmer's guide to the Google Maps API*. [S.l.]: 2016, 2016. Citado na página 23.
- SOMMERVILLE, I. et al. *Engenharia de software*. ADDISON WESLEY BRA, 2008. ISBN 9788588639287. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=iffYOGAACAAJ>>. Citado 3 vezes nas páginas 7, 29 e 36.
- UDELL, J. *Beginning Google Maps Mashups with Mapplets, KML, and GeoRSS: From Novice to Professional (Expert's Voice in Web Development)*. [S.l.]: November 21, 2008, 2008. Citado na página 23.